

# MAK- und BAT-Werte-Liste 2021

Ständige Senatskommission zur Prüfung  
gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe

Mitteilung 57

Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

**MAK- und  
BAT-Werte-Liste  
2021**

Ständige  
Senatskommission  
zur Prüfung  
gesundheitsschädlicher  
Arbeitsstoffe

Mitteilung 57

**Weitere Veröffentlichungen der Ständigen Senatskommission zur  
Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe:**

**The MAK-Collection for Occupational Health and Safety  
Begründungen und Methoden / Documentations and Methods**

Diese Publikationen sind auf der interdisziplinären  
Publikationsplattform PUBLISSO kostenfrei verfügbar unter  
<https://mak-dfg.publisso.de/>

Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

# **MAK- und BAT-Werte-Liste 2021**

Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen  
und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte

Ständige Senatskommission zur Prüfung  
gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe

Mitteilung 57

Mitteilung 57 der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe vom 1. Juli 2021.

Sie tritt an die Stelle der Mitteilung 56 vom 1. Juli 2020 und ersetzt damit alle vorangegangenen Mitteilungen der Kommission.

DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT  
Die Vorsitzende der Ständigen Senatskommission  
zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe  
(gez. *Hartwig*)

**Deutsche Forschungsgemeinschaft**

Kennedyallee 40 · 53175 Bonn

Postanschrift: 53170 Bonn

Telefon: +49 228 8851

Telefax: +49 228 8852777

arbeitsstoffkommission@dfg.de

www.dfg.de

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-9822007-1-2

DOI: [https://www.doi.org/10.34865/mbwl\\_2021\\_deu](https://www.doi.org/10.34865/mbwl_2021_deu)

2021 German Medical Science, Düsseldorf, Germany



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Umschlaggestaltung: Tim Wübben  
Satz, Druck, Bindung: 3w+p GmbH

Gedruckt auf FSC®-zertifiziertem Papier  
Printed in the Federal Republic of Germany

# Inhaltsverzeichnis

## Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen

<b>I. Bedeutung, Benutzung und Ableitung von MAK-Werten</b> .....	9
Definition .....	9
Zweck .....	10
Voraussetzungen .....	10
Ableitung von MAK-Werten .....	11
a) Stoffauswahl und Datensammlung .....	12
b) Ableitung aus Erfahrungen beim Menschen .....	12
c) Ableitung aus tierexperimentellen Untersuchungen .....	13
d) Besondere Arbeitsbedingungen .....	15
e) Chemosensorische Wahrnehmungen und Effekte .....	15
Begründung .....	18
Veröffentlichung .....	18
Stoffgemische .....	19
Analytische Überwachung .....	19
Stoffe, die gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen können .....	20
<b>II. Stoffliste</b> .....	23
a) Stoffe mit MAK-Werten sowie die in Abschnitt II b und III bis XII genannten Stoffe .....	23
b) Stoffe, für die derzeit keine MAK-Werte aufgestellt werden können ...	140
<b>III. Krebserzeugende Arbeitsstoffe</b> .....	146
Kategorie 1 .....	146
Kategorie 2 .....	147
Kategorie 3 .....	151
Kategorie 4 .....	155
Kategorie 5 .....	156
Besondere Stoffgruppen .....	157
Krebserzeugende Arzneistoffe .....	157
Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung von Aminen ..	157
Monozyklische aromatische Amino- und Nitroverbindungen .....	158
Azo-Farbstoffe .....	159
Pyrolyseprodukte aus organischem Material .....	160
Faserstäube .....	161
Kriterien für die Einstufung .....	162
Zusammenfassung .....	164
<b>IV. Sensibilisierende Arbeitsstoffe</b> .....	165
a) Kriterien zur Bewertung von Kontaktallergenen .....	167
b) Kriterien zur Bewertung von inhalativ wirksamen Allergenen .....	170
c) Markierung eines Arbeitsstoffes als Allergen .....	172
d) Liste der Allergene .....	172

e) Bewertung von Stoffen aus speziellen Stoffgruppen .....	179
<b>V. Aerosole .....</b>	<b>182</b>
a) Allgemeine Definitionen .....	182
b) Wirkungsbestimmende Eigenschaften von Aerosolen .....	183
c) Inhalation, Deposition und Clearance von Aerosolen in den Atmungsorganen .....	184
d) Konventionen zur wirkungsbezogenen Messung von Partikeln: Festlegungen von Fraktionen für die Messtechnik .....	187
e) Fibrogene Aerosole .....	188
f) Allgemeiner Staubgrenzwert .....	188
g) Überschreitung von MAK-Werten .....	189
h) Ultrafeine (Aerosol-) Teilchen, deren Aggregate und Agglomerate ....	189
<b>VI. Begrenzung von Expositionsspitzen .....</b>	<b>191</b>
<b>VII. Hautresorption .....</b>	<b>192</b>
<b>VIII. MAK-Werte und Schwangerschaft .....</b>	<b>193</b>
<b>IX. Keimzellmutagene .....</b>	<b>195</b>
<b>X. Besondere Arbeitsstoffe .....</b>	<b>197</b>
a) Organische Peroxide .....	197
b) Benzine .....	197
c) Kühlschmierstoffe, Hydraulikflüssigkeiten und andere Schmierstoffe ....	198
d) Metalle und Metallverbindungen .....	205
e) Radioaktive Stoffe .....	206
 <b>Beurteilungswerte in biologischem Material</b>	
<b>XI. Bedeutung und Benutzung von BAT-Werten .....</b>	<b>207</b>
Definition .....	207
Voraussetzungen .....	207
Ableitung von BAT-Werten .....	207
Begründung .....	208
Zweck .....	208
Zusammenhänge zwischen BAT- und MAK-Werten .....	209
BAT-Werte und Schwangerschaft .....	210
Überwachung .....	210
Beurteilung von Untersuchungsdaten .....	211
Allergisierende Arbeitsstoffe .....	211
Krebserzeugende Arbeitsstoffe .....	212
Biologische Arbeitsstoff-Referenzwerte .....	212
Stoffgemische .....	212
<b>XII. Stoffliste .....</b>	<b>213</b>

<b>XIII. Krebserzeugende Arbeitsstoffe</b> .....	228
<b>XIV. Biologische Leitwerte</b> .....	238
<b>XV. Biologische Arbeitsstoff-Referenzwerte</b> .....	240

**Register**

CAS-Nummern der Stoffe aus den Abschnitten II bis XV und der Ankündigungsliste	242
--	-----

**Anhang**

Mitglieder und ständige Gäste der Kommission .....	263
Mandat und Arbeitsweise der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe und Vorgehen der Arbeitsstoffkommission bei Änderungen und Neuaufnahmen von MAK- und BAT-Werten .....	267
Im Jahr 2020/2021 abgeschlossene Überprüfungen von Stoffen im MAK-Werte- und BAT-Werte-Teil .....	I
Ankündigungsliste der Überprüfung von Stoffen im MAK-Werte- und BAT-Werte-Teil .....	XV

★ Die Änderungen gegenüber der MAK- und BAT-Werte-Liste 2020 sind durch einen Stern (★) gekennzeichnet und die neuen Grenzwert- oder Einstufungsvorschläge sind in den Änderungen und Neuaufnahmen (Anhang Seite I) detailliert aufgeführt. Die Kommission hat diese Vorschläge verabschiedet, stellt sie jedoch bis 31.12.2021 zur Diskussion. Bis dahin können dem Kommissionssekretariat neue Daten oder wissenschaftliche Kommentare vorgelegt werden, die von der Kommission geprüft und ggf. für die endgültige Verabschiedung berücksichtigt werden.



# Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen

## I. Bedeutung, Benutzung und Ableitung von MAK-Werten

### Definition

- ★ Der MAK-Wert (**maximale Arbeitsplatz-Konzentration**) ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Aerosol in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis auch bei wiederholter und langfristiger, in der Regel täglich 8-stündiger Exposition, jedoch bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 Stunden im Allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt (z. B. durch ekelerregenden Geruch). Da der MAK-Wert für eine tägliche Exposition von 8 Stunden konzipiert ist, sollte bei regelmäßig längerer Expositionszeit die zulässige Konzentration vermindert werden.<sup>1)</sup> Bestimmte arbeitsplatzhygienische Aspekte in Zusammenhang mit flüssigen Arbeitsstoffen, z. B. Nebelbildung mit Sichtbehinderung, Durchfeuchtung der Kleidung oder Niederschlag auf den Boden können bei der MAK-Wert-Festsetzung nicht berücksichtigt werden. Solche Effekte weisen in Abhängigkeit vom Arbeitsprozess, der Arbeitsweise und den physikalischen Randbedingungen eine beträchtliche Variationsbreite auf. Weiterhin fehlt bisher ein geeignetes Instrumentarium zur Beurteilung. Ungeachtet der Höhe des toxikologisch begründeten MAK-Wertes sollte in diesen Fällen dafür gesorgt werden, dass am Arbeitsplatz die Arbeitssicherheit nicht gefährdet ist. Auf diesen Sachverhalt wird in den Begründungen zu den Stoffen nicht explizit hingewiesen, da es im Einzelfall nicht bekannt ist, ob der Stoff bei Exposition in Höhe des MAK-Wertes als Aerosol vorliegt. In der Regel wird der MAK-Wert als Durchschnittswert über Zeiträume bis zu einem Arbeitstag oder einer Arbeitsschicht angegeben. Bei der Aufstellung von MAK-Werten sind in erster Linie die Wirkungscharakteristika der Stoffe berücksichtigt, daneben aber auch – soweit möglich – praktische Gegebenheiten der Arbeitsprozesse bzw. der durch diese bestimmten Expositionsmuster. Maßgebend sind dabei wissenschaftlich fundierte Kriterien des Gesundheitsschutzes, nicht die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Realisation in der Praxis. Darüber hinaus werden:

**die Kanzerogenität** (siehe Abschnitt III)

**die sensibilisierende Wirkung** (siehe Abschnitt IV)

**der Beitrag zur systemischen Toxizität nach Hautresorption** (siehe Abschnitt VII)

**die Gefährdung der Schwangerschaft** (siehe Abschnitt VIII)

**die Keimzellmutagenität** (siehe Abschnitt IX)

eines Stoffes bewertet und der Stoff wird entsprechend eingestuft bzw. markiert. Beschreibungen der Vorgehensweise der Kommission bei der Bewertung dieser Endpunkte finden sich in den entsprechenden Abschnitten der MAK- und BAT-Werte-Liste, in den

---

<sup>1)</sup> Hartwig und MAK Commission (2022) Verlängerte Arbeitszeiten und MAK-Werte. MAK Collect Occup Health Saf 7: in Vorbereitung

„Toxikologisch-arbeitsmedizinischen Begründungen von MAK-Werten“<sup>2)</sup> sowie in wissenschaftlichen Zeitschriften.<sup>3)4)5)6)7)</sup>

MAK-Werte werden in Anlehnung an den z. B. auch in der Europäischen Union verwendeten sogenannten „Preferred Value Approach“ bevorzugt als mit Zehnerpotenzen multiplizierte Zahlenwerte 1, 2 oder 5 ml/m<sup>3</sup>, bzw. bei nicht flüchtigen Stoffen in mg/m<sup>3</sup>, festgesetzt.

Bei der Anwendung von MAK-Werten kommt dem verwendeten Messverfahren (Probenahme, analytische Bestimmung, Messstrategie) eine große Bedeutung zu.

## Zweck

MAK-Werte dienen dem Schutz der Gesundheit am Arbeitsplatz. Sie geben für die Beurteilung der Bedenklichkeit oder Unbedenklichkeit der am Arbeitsplatz vorhandenen Konzentrationen eine Urteilsgrundlage ab. Sie sind jedoch keine Konstanten, aus denen das Eintreten oder Ausbleiben von Wirkungen bei längeren oder kürzeren Einwirkungszeiten errechnet werden kann. Ebenso wenig lässt sich aus MAK-Werten oder der Einstufung als krebserzeugender Arbeitsstoff eine festgestellte oder angenommene Schädigung im Einzelfalle herleiten; hier entscheidet allein der ärztliche Befund unter Berücksichtigung aller äußeren Umstände des Fall-Herganges. Angaben in der MAK-Werte-Liste sind daher grundsätzlich nicht als vorgezogene Gutachten für Einzelfallentscheidungen zu betrachten. Die Einhaltung des MAK-Wertes entbindet nicht grundsätzlich von der ärztlichen Überwachung des Gesundheitszustandes exponierter Personen.

Der MAK-Wert ist nicht geeignet, mögliche Gesundheitsgefährdung durch langdauernde Einwirkung von Verunreinigungen der freien Atmosphäre, z. B. in der Nachbarschaft von Industrieunternehmen, anhand konstanter Umrechnungsfaktoren abzuleiten.

## Voraussetzungen

Grundsätzlich werden die Stoffe nach der Dringlichkeit praktisch-arbeitsmedizinischer Bedürfnisse und dem Erfahrungsstand der Kommissionsmitglieder bearbeitet. Voraussetzungen für die Aufstellung eines MAK-Wertes sind ausreichende toxikologische und arbeitsmedizinische bzw. arbeitsplatzhygienische Erfahrungen beim Umgang mit dem Stoff. Nicht bei allen Stoffen sind ausreichende Unterlagen verfügbar. Für die jährliche

---

<sup>2)</sup> Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

<sup>3)</sup> Adler ID, Andrae U, Kreis P, Neumann HG, Thier R, Wild D (1999) Vorschläge zur Einstufung von Keimzellmutagenen. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 34: 400–403.

<sup>4)</sup> Drexler H (1998) Assignment of skin notation for MAK values and its legal consequences in Germany. *Int Arch Occup Environ Health* 71: 503–505. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004200050313>

<sup>5)</sup> Hofmann A (1995) Fundamentals and possibilities of classification of occupational substances as developmental toxicants. *Int Arch Occup Environ Health* 67: 139–145. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00626344>

<sup>6)</sup> Neumann HG, Thielmann HW, Filser JG, Gelbke HP, Greim H, Kappus H, Norporth KH, Reuter U, Vamvakas S, Wardenbach P, Wichmann HE (1998) Changes in the classification of carcinogenic chemicals in the work area. (Section III of the German List of MAK and BAT Values). *J Cancer Res Clin Oncol* 124: 661–669. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004320050229>

<sup>7)</sup> Neumann HG, Vamvakas S, Thielmann HW, Gelbke HP, Filser JG, Reuter U, Greim H, Kappus H, Norporth KH, Wardenbach P, Wichmann HE (1998) Changes in the classification of carcinogenic chemicals in the work area. Section III of the German List of MAK and BAT Values. *Int Arch Occup Environ Health* 71: 566–574. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004200050325>

Neubearbeitung sind Anregungen zur Aufnahme neuer und Erfahrungen mit bekannten Arbeitsstoffen erwünscht<sup>8)</sup>).

### **Ableitung von MAK-Werten**

MAK-Werte werden von der „Ständigen Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe“ ausschließlich unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Argumente abgeleitet und in der jährlich erscheinenden MAK- und BAT-Werte-Liste veröffentlicht. Vor dem Hintergrund von allgemein akzeptiertem toxikologischen und arbeitsmedizinischen Basiswissen bei der Ableitung von MAK-Werten haben sich durch die Kommission gewisse Verfahrensregeln herausgebildet und zumindest häufig vorkommende Problemstellungen werden immer wieder in gleicher Weise behandelt. Nachfolgend werden daher die übliche Vorgehensweise und die allgemeinen Prinzipien für die Ableitung von MAK-Werten dargestellt. Diese stimmen im Wesentlichen auch mit den von der europäischen Arbeitsstoffkommission, dem „Scientific Committee on Occupational Exposure Limits, SCOEL“, veröffentlichten Prinzipien überein<sup>9)</sup>.

Zunächst sind aus den vorliegenden Daten die sensitivsten Endpunkte zu charakterisieren, d. h. diejenigen Effekte, die bei Exposition gegen den Stoff in steigenden Konzentrationen zuerst auftreten. Dabei sind sowohl die lokalen Effekte, also die Folgen der Einwirkung auf die Kontaktflächen des Organismus mit der Umwelt (z. B. Schleimhäute des Respirationstraktes und der Augen, Haut), als auch die systemischen Effekte, also die Folgen der Aufnahme der Substanz in den Organismus, zu berücksichtigen. Zumeist gelten für diese beiden Wirkeigenschaften unterschiedliche Konzentrations-Wirkungs-Beziehungen. Die Ableitung eines MAK-Wertes orientiert sich an dem NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) für den empfindlichsten Endpunkt mit gesundheitlicher Relevanz. Ein NOAEL ist nicht mit einer Wirkungsschwelle gleichzusetzen, da diese wissenschaftlich nicht definierbar ist. Der NOAEL ist eine durch die Versuchsbedingungen erhaltene Konzentration, bei der die Wirkung durch die Substanz so gering ist, dass sie sich nicht von Kontrollwerten unterscheidet. Die Adversität der Effekte ist zu beurteilen. Zur Zeit existieren keine einheitlichen Definitionen für einen „adversen“ Effekt, nicht zuletzt wegen der ebenfalls unklaren bzw. sich im Laufe der Zeit ändernden Definition für den Zustand „gesund“<sup>10)</sup>11), so dass diese Bewertung von Fall zu Fall zu treffen ist.

Grundsätzlich wird den Erfahrungen beim Menschen für die Ableitung eines Arbeitsplatzgrenzwertes der höchste Stellenwert beigemessen.

Bei der Bewertung eines Stoffes können auch Wirkungen von strukturanalogen Stoffen berücksichtigt werden.

---

<sup>8)</sup> Zu richten an die Geschäftsstelle der Deutschen Forschungsgemeinschaft, D-53170 Bonn, oder an das Sekretariat der Kommission: Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für angewandte Biowissenschaften, Abteilung Lebensmittelchemie und Toxikologie, 76131 Karlsruhe.

<sup>9)</sup> Europäische Kommission (Hrsg) (1999) Verfahren für die Ableitung von Grenzwerten für die berufsbedingte Exposition. Grundsatzdokument EUR 19253 DE. Wissenschaftlicher Ausschuss für Grenzwerte berufsbedingter Exposition. Generaldirektion Arbeit und Soziales, Luxemburg.

<sup>10)</sup> DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) (Hrsg) (1997) Verhaltenstoxikologie und MAK-Grenzwertfestlegungen. Wissenschaftliche Arbeitspapiere. Wiley-VCH, Weinheim.

<sup>11)</sup> Henschler D (1992) Evaluation of adverse effects in the standard-setting process. Toxicology Letters 64/65: 53–57. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-4274\(92\)90172-g](https://doi.org/10.1016/0378-4274(92)90172-g)

Sollte sich aus den vorliegenden Daten kein „no observed adverse effect level“ (NOAEL) ableiten lassen, kann kein wissenschaftlich begründeter MAK-Wert vorgeschlagen werden, und es erfolgt eine Einstufung in den Abschnitt II b der MAK- und BAT-Werte-Liste.

### **a) Stoffauswahl und Datensammlung**

Für die zur Bearbeitung vorgesehenen Stoffe werden zunächst die im wissenschaftlichen Schrifttum veröffentlichten epidemiologischen Daten und arbeitsmedizinischen Erfahrungen, toxikologischen Eigenschaften und sonstige möglicherweise für die Bewertung nützlichen Informationen in entsprechenden Datenbanken recherchiert. Die im Ergebnis der Literaturrecherche aufgeführten Arbeiten werden hinsichtlich ihrer Relevanz für die Stoffbewertung ausgewertet, und die ausgewählten Zitate im Original geprüft. Sofern erforderlich und als komplette Studienberichte verfügbar werden auch unveröffentlichte interne Firmenunterlagen berücksichtigt. Sie werden im Literaturverzeichnis der Begründung als solche kenntlich gemacht. Alle verfügbaren Informationen und Studien werden auf ihre Validität geprüft. Ob eine Studie bewertungsrelevant ist, wird von Fall zu Fall entschieden. Bei der Bewertung der Studien erfolgt soweit möglich eine Orientierung an den OECD-Prüfrichtlinien oder vergleichbaren Richtlinien.

Die vollständigen Unterlagen werden der Kommission zur Verfügung gestellt und im wissenschaftlichen Sekretariat niedergelegt. Wird von Dritten aufgrund eines Literaturzitats in einer Begründung Auskunft zu den zitierten internen Unterlagen erbeten, so wird diese schriftlich vom Kommissionsvorsitzenden im von diesem erforderlich gehaltenen Umfang erteilt. Einsicht in die Firmenunterlagen wird Dritten nicht gewährt. Kopien, auch auszugsweise, werden nicht zur Verfügung gestellt.

### **b) Ableitung aus Erfahrungen beim Menschen**

Für einen Großteil der Arbeitsstoffe stellen irritative oder zentralnervös dämpfende Wirkungen den kritischen Effekt dar. Wertvolle Informationen – zumindest zu diesen akuten Effekten einmaliger Expositionen – liefern Studien an Freiwilligen unter kontrollierten Bedingungen, da diese Aussagen über Konzentrations-Wirkungs-Beziehungen und auch über unwirksame Konzentrationen (NOAEC) zulassen. Eine ausführliche Übersicht zu den methodischen Anforderungen an solche Studien sowie zur Aussagekraft verschiedener Parameter für eine Grenzwertableitung findet sich an anderer Stelle<sup>12</sup>). Häufig werden in solchen Untersuchungen Empfindlichkeitsunterschiede gefunden zwischen Probanden, die noch nie, und Personen, die wiederholt, z. B. am Arbeitsplatz, gegen die getestete Substanz exponiert waren.

Arbeitsmedizinische Untersuchungen und epidemiologische Studien stellen eine weitere wichtige Informationsquelle für die Bewertung der gesundheitlichen Risiken beim Umgang mit den jeweiligen Stoffen dar. Hierbei sind jedoch die unterschiedlichen Studienansätze, die verwendete Analytik und Messstrategie ebenso zu berücksichtigen, wie die bei den Exponierten untersuchten Parameter. Verschiedene Störfaktoren, Mischexpositionen, Vorerkrankungen oder unzureichende Expositionserfassung können Konzentration-Effekt-Beziehungen beeinflussen oder fälschlicherweise suggerieren.

---

<sup>12</sup>) DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) (Hrsg) (1997) Verhaltenstoxikologie und MAK-Grenzwertfestlegungen. Wissenschaftliche Arbeitspapiere. Wiley-VCH, Weinheim.

Querschnittsstudien mit nur einmaliger Bestimmung der Expositionshöhe und nur einmaliger Untersuchung der Exponierten gestatten es in der Regel nicht, die möglicherweise beobachteten Symptome auf die aktuelle Expositionssituation zurückzuführen. Hierfür sind Informationen über die Expositionskonzentrationen der Vergangenheit notwendig.

Daher kommt den Längsschnittsstudien mit wiederholten Bestimmungen der inneren und äußeren Belastung und wiederholten Untersuchungen der Exponierten eine entscheidende Rolle bei der Grenzwertfestsetzung zu. Aussagekräftige epidemiologische Studien an über längere Zeit Exponierten, die nicht mit adversen Effekten verbunden sind, stellen belastbare Ausgangspunkte für Arbeitsplatzgrenzwerte dar, insbesondere auch, wenn bei entsprechendem Untersuchungsumfang sowohl Aussagen zu lokalen als auch zu systemischen Effekten möglich sind.

Die unterschiedliche Empfindlichkeit des arbeitsfähigen Menschen, soweit sie durch Alter, Konstitution, Ernährungszustand, Klima und andere Faktoren bedingt ist, wird bei der Aufstellung von MAK-Werten berücksichtigt. Für die Beurteilung der Bedeutung geschlechtsspezifischer Unterschiede bei der Toxikokinetik und Toxikodynamik im Hinblick auf die Festsetzung von MAK- und BAT-Werten fehlen derzeit ausreichende wissenschaftliche Grundlagen.

Wurde der NOAEL aus Arbeitsplatz-Erfahrungen beim Menschen abgeleitet, so wird der MAK-Wert in der Regel auf die Höhe dieses NOAELs festgelegt.

Bei der Ableitung von MAK-Werten für systemische Effekte und Effekte an der Lunge aus Studien mit Probanden unter Ruhebedingungen wird auf das erhöhte Atemminutenvolumen am Arbeitsplatz extrapoliert. Hierbei wird der MAK-Wert auf die Hälfte der im Probandenversuch verwendeten Konzentration festgesetzt, was sich aus dem Verhältnis der Atemvolumina von Arbeiter zu ruhendem Menschen ergibt. Ausgenommen davon sind Gase und Dämpfe mit einem Blut:Luft-Verteilungskoeffizienten von  $<5$  (siehe Begründung „Erhöhtes Atemvolumen am Arbeitsplatz – Bedeutung für die MAK-Wert-Ableitung bei systemischen Effekten“<sup>13</sup>). Ferner wird gegebenenfalls auf die längere tägliche Expositionszeit am Arbeitsplatz extrapoliert, sofern keine toxikokinetischen Daten vorliegen, die nahelegen, dass dieser Schritt nicht erforderlich ist.

### **c) Ableitung aus tierexperimentellen Untersuchungen**

Da nicht für alle Stoffe entsprechende Erfahrungen am Menschen vorliegen, werden MAK-Werte häufig auch aus tierexperimentellen Ergebnissen abgeleitet. Dies erfolgt im Bewusstsein der Problematik der Speziesübertragung und der üblicherweise im Vergleich zu epidemiologischen Studien stark eingeschränkten Gruppengrößen. Andererseits bieten tierexperimentelle Untersuchungen, die nach modernen Richtlinien durchgeführt werden, einige Vorteile wie die genaue Expositionsscharakterisierung, den ausgedehnten Untersuchungsumfang sowie die Möglichkeit, eine Dosis-Wirkungsbeziehung und NOAELs zu erfassen. Als minimal ausreichende Datenbasis für die Ableitung eines MAK-Wertes wird in der Regel ein NOAEL aus einer validen 90-Tage-Inhalationsstudie am Versuchstier angesehen. Die Ergebnisse tierexperimenteller Studien mit oraler oder dermalen Aufnahme sind im Hinblick auf die Expositionssituation am Arbeitsplatz meist nur bezüglich der systemischen Effekte vergleichbar. Daher müssen derartige Ergebnisse für die

<sup>13</sup>) Hartwig A, MAK Commission (2017) Erhöhtes Atemvolumen am Arbeitsplatz – Bedeutung für die MAK-Wert-Ableitung bei systemischen Effekten. MAK Value Documentation in German Language. MAK Collect Occup Health Saf 2: 35–40. DOI: <https://doi.org/10.1002/3527600418.mbrespivold0062>

Begründung eines MAK-Wertes noch um Aussagen zur lokalen Wirksamkeit der Substanz v. a. auf den Atemtrakt ergänzt werden.

Zur Übertragung einer oralen Dosis aus einem Tierversuch auf eine Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz benutzt die Kommission beim Fehlen stoffspezifischer Daten zur Toxikokinetik ein Verfahren, das im Wesentlichen mit dem im Richtliniendokument zur Ableitung von Derived-No-Effect-Levels (Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment, Chapter R.8, ECHA 2008) beschriebenen übereinstimmt. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Kommission bei Fehlen von stoffspezifischen Daten sowohl für den inhalativen als auch den oralen Aufnahmepfad eine 100%ige Resorption annimmt. Ausgenommen hiervon sind Metalle und Metallverbindungen, für die bei oraler Aufnahme eine Resorption von 50% angenommen wird, falls keine stoffspezifischen Daten vorliegen.

Vorgehensweise: Sofern keine stoffspezifischen Daten vorliegen, wird die orale Dosis speziesabhängig durch die folgenden Korrekturwerte (ECHA 2008) dividiert:

Maus: 7; Ratte: 4; Kaninchen: 2,4; Affe: 2; Hund: 1,4.

Die weiteren Annahmen von 70 kg Körpergewicht für den Menschen und 10 m<sup>3</sup> Atemvolumen pro 8 Stunden bleiben unverändert. Die Umrechnung erfolgt mit folgender Formel:

Inhalative Konzentration =

$$\frac{\text{orale Dosis (mg/kg KG und Tag)} \times \text{orale Resorption Tier (\%)} \times 70 \text{ kg KG}}{\text{speziespezifischer Korrekturwert} \times \text{inhalative Resorption Mensch (\%)} \times (10 \text{ m}^3 \text{ pro Tag})}$$

Am Beispiel einer Dosis von 1 mg/kg KG bei der Ratte, einer stoffspezifischen oralen Resorption von 80% und unbekannter inhalativer Resorption ergibt sich folgende Konzentration:

$$\frac{1 \text{ mg/kg} \times 80\% \times 70 \text{ kg}}{4 \times 100\% \times 10 \text{ m}^3} = 1,4 \text{ mg/m}^3$$

Ausgehend von der Annahme, dass eine gleiche äußere Konzentration in der Luft zur gleichen inneren Belastung bei allen Spezies unter Ruhebedingungen führt, wird bei der Übertragung von Daten aus Inhalationsstudien am Tier auf den Menschen berücksichtigt, dass bei systemischen Effekten und Effekten an der Lunge der Mensch am Arbeitsplatz bei einem angenommenen Atemvolumen von 10 m<sup>3</sup> in 8 Stunden bezogen auf kg Körpergewicht etwa zweifach höher belastet ist als das Versuchstier im üblichen 6-stündigen Experiment. Die am Arbeitsplatz äquivalente äußere Konzentration ist somit die Hälfte der im Versuch verwendeten. Dies gilt nur für Gase und Dämpfe mit einem Blut:Luft-Verteilungskoeffizienten von >5 sowie für Aerosole. Voraussetzung ist eine Wirkung über das c×t-Produkt. Falls gezeigt werden kann, dass der kritische Effekt mehr von der Konzentration als vom c×t-Produkt abhängt und das Fließgleichgewicht innerhalb der Versuchsdauer erreicht wurde, ist die äquivalente Konzentration am Arbeitsplatz zwei Drittel der im Versuch eingesetzten Konzentration (1:1,5), da dann die Umrechnung der üblichen 6-stündigen Exposition im Tierversuch auf die 8-stündige Exposition am Arbeitsplatz wegfällt (siehe Begründung „Erhöhtes Atemvolumen am Arbeitsplatz – Bedeutung für die

MAK-Wert-Ableitung bei systemischen Effekten<sup>14</sup>). Falls valide PBPK-Modellierungen zur Belastung mit dem relevanten Metaboliten bei Mensch und Tier vorliegen, werden diese zur Extrapolation vom Versuchstier auf den Menschen am Arbeitsplatz verwendet. Falls nötig, erfolgt eine Umrechnung der Dosierung im Tierversuch, wenn die Expositionshäufigkeit abweichend von der am Arbeitsplatz war. Bei einer kontinuierlichen Exposition (z. B. Fütterungsstudie) wird daher der NOAEL des Tierversuchs mit 7/5 multipliziert, um der Dauerbelastung der Tiere im Vergleich zur intermittierenden Exposition einer üblichen 5-Tage-Woche Rechnung zu tragen. Bei Verabreichung der Substanz im Futter oder im Trinkwasser an Ratten und Mäusen werden in der Regel die von der EFSA<sup>15</sup>) verwendeten Faktoren zur Umrechnung in eine Dosis pro kg Körpergewicht verwendet, falls keine gemessenen Daten vorliegen.

Basiert der NOAEL auf den tierexperimentellen Ergebnissen oraler oder inhalativer Studien, so wird der MAK-Wert in der Regel auf die Hälfte der für den arbeitenden Menschen extrapolierten Konzentration in der Luft festgelegt. Allerdings müssen hierbei eventuelle Speziesunterschiede in der Empfindlichkeit gegenüber einer Substanz berücksichtigt werden. Zur Bewertung dieser Frage kommt den toxikokinetischen Daten eine besondere Bedeutung zu.

#### **d) Besondere Arbeitsbedingungen**

Für das Arbeiten an Druckluftbaustellen lässt sich für Blut- und Gewebekonzentrationen inhalierter gasförmiger Stoffe eine positive Korrelation mit dem Druck ableiten.

Diese arbeitsbedingten Abhängigkeiten der inneren Belastung müssen bei der Anwendung von MAK- bzw. BAT-Werten berücksichtigt werden.

#### **★ e) Chemosensorische Wahrnehmungen und Effekte**

Arbeitsstoffe, die als Gas oder Aerosol in der Luft am Arbeitsplatz vorkommen, sind potentiell in der Lage, chemosensorische Wahrnehmungen und damit assoziierte gesundheitsrelevante Effekte auszulösen.

Der Mensch verfügt über sehr empfindliche chemosensorische Sinne, mit denen er Arbeitsstoffe wahrnimmt. Der Geruchssinn (N. olfactorius) ist besonders empfindlich und vermittelt sowohl *angenehme* als auch *unangenehme* Wahrnehmungen bereits bei sehr niedrigen Konzentrationen, größtenteils unterhalb der MAK-Werte. Die sogenannte „trigeminale Chemorezeption“ (N. trigeminus) vermittelt *brennende* und *stechende* Wahrnehmungen, vor allem bei höheren Konzentrationen des Arbeitsstoffes in der Arbeitsplatzluft. Beide Sinnessysteme dienen primär der Wahrnehmung flüchtiger Chemikalien in der Umgebungsluft, können den Organismus aber auch vor möglichen Gefahren warnen. Der Geruchssinn hat vor allem eine „psychologische“ Warnfunktion, die trigeminale Chemorezeption kann Abwehrmechanismen auslösen, um Gewebsschädigungen zu vermeiden.

---

<sup>14</sup>) Hartwig A, MAK Commission (2017) Erhöhtes Atemvolumen am Arbeitsplatz – Bedeutung für die MAK-Wert-Ableitung bei systemischen Effekten. MAK Value Documentation in German Language. MAK Collect Occup Health Saf 2: 35–40. DOI: <https://doi.org/10.1002/3527600418.mbrespivold0062>

<sup>15</sup>) EFSA (European Food Safety Authority) (2012) Guidance on selected default values to be used by the EFSA Scientific Committee, Scientific Panels and Units in the absence of actual measured data. EFSA J 10: 2579. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2579>

Dennoch ist die reine Wahrnehmung des Arbeitsstoffes noch kein gesundheitsrelevanter Effekt; dazu müssen (a) sensorische Irritationen, (b) erhebliche Geruchsbelästigungen oder (c) im Einzelfall „Geruchs-assoziierte“ Symptome auftreten.

### **Sensorische Irritationen**

In fast allen Bereichen der Nase, aber auch der Schleimhäute der Augen und des Mund- und Rachenraums finden sich trigeminale Nervenfasern. Auf diesen Fasern des peripheren Nervensystems sind unterschiedliche Rezeptoren lokalisiert, die von Chemikalien aktiviert werden können. Sie nehmen auch Temperatur- und andere Milieuveränderungen (z. B. Änderungen des pH-Wertes) in ihrer unmittelbaren Umgebung wahr. Die Aktivierung dieser Chemorezeptoren bildet die physiologische Grundlage der sensorischen Reizwirkung. Die sensorische Irritation ist ein akuter, weitestgehend konzentrationsabhängiger Effekt, der solange als reversibel angesehen werden kann, bis die Rezeptoraktivierung zu Abwehrreflexen (z. B. Erhöhung der Lidschlussfrequenz, Ausschüttung neurogener Inflammationsmarker) führt. Diese sensorische Abwehrreaktion läuft noch ohne Entzündungszeichen oder histopathologische Veränderungen ab. Die sensorische NOAEC kann in Humanstudien (subjektive/objektive Symptome) bestimmt oder aus geeigneten Studien am Tier (Maus,  $RD_{10}$ ) abgeschätzt werden. Bei höheren Konzentrationen kann es jedoch zusätzlich zu neurogener Entzündung und adversen histopathologischen Veränderungen (z. B. entzündliche Reaktion des Gewebes, Atrophie/Degeneration des olfaktorischen Epithels) am oberen Atemtrakt kommen. Solche Effekte können in Inhalationsstudien an Nagetieren beobachtet werden. Hierfür kann eine entsprechende NOAEC abgeleitet werden, die mit zunehmender Expositionsdauer absinken kann. Wenn keine Humanstudie zur sensorischen Irritation vorliegt, kann nach einer empirischen Untersuchung<sup>16)</sup> aus der chronischen NOAEC für histopathologische Effekte am oberen Atemtrakt von Nagern eine NAEC für sensorische Irritation (Auge, Nase) beim Menschen abgeschätzt werden. Wenn das Zielgewebe das olfaktorische Epithel beim Nager ist, ist bei der Hälfte der chronischen NOAEC keine sensorische Irritation zu erwarten, bei anderen Zielgeweben des oberen Atemtrakts bei einem Drittel der entsprechenden NOAEC. Liegt nur eine subakute oder eine subchronische Studie vor, wird deren NOAEC durch 6 bzw. 2 geteilt, um eine chronische NAEC zu extrapolieren<sup>16)</sup>, es sei denn, die Daten zu dem Stoff oder zu einem besser untersuchten Analogstoff legen nahe, dass es zu einer anderen oder keiner Wirkungsverstärkung mit zunehmender Expositionsdauer kommt. Ist keine NOAEC erreicht worden, kann bei geeigneter Datenlage die untere Vertrauensgrenze einer Benchmarkdosis ( $BMDL_{05}$  oder  $BMDL_{SD}$ ) berechnet werden oder die NAEC abgeschätzt werden, indem die LOAEC je nach Effektschwere und Steilheit der Konzentrations-Wirkungs-Beziehung durch 2 oder 3 geteilt wird.

### **Erhebliche Geruchsbelästigungen**

Die Rezeptoren des Geruchssinnes (N. olfactorius) können bereits durch niedrige Konzentrationen einer Chemikalie aktiviert werden und Aktionspotentiale im Riechnerv

---

<sup>16)</sup> Brüning T, Bartsch R, Bolt HM, Desel H, Drexler H, Gundert-Remy U, Hartwig A, Jäckh R, Leibold E, Pallapies D, Rettenmeier AW, Schlüter G, Stropp G, Sucker K, Triebig G, Westphal G, van Thriel C (2014) Sensory irritation as a basis for setting occupational exposure limits. Arch Toxicol 88: 1855–1879. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00204-014-1346-z>

auslösen. Das führt zunächst zur Wahrnehmung eines Geruchs (Wahrnehmungsschwelle). Grundlage dieser Wahrnehmung ist ein charakteristisches Aktivierungsmuster der ca. 350 unterschiedlichen Geruchsrezeptoren des Menschen, das sich jedoch zeit- und konzentrationsabhängig sehr schnell verändert. Diese dynamischen Prozesse führen letztendlich zur Erkennung eines Geruchs. Im Vergleich zur Wahrnehmungsschwelle sind teilweise 10-fach höhere Konzentrationen notwendig, damit das Gehirn erkennt, um welchen Geruch es sich handelt (Identifikationsschwelle). Unbekannte Gerüche beurteilt der Mensch vor allem bezüglich ihrer hedonischen Qualität, er trennt also *angenehme* von *unangenehmen* Gerüchen. Diese Bewertungen sind sehr subjektiv und individuell, da sie im Laufe des Lebens erlernt werden und mit den Erfahrungen zusammenhängen, die der Mensch mit bestimmten Gerüchen gemacht hat.

Arbeitsstoffe besitzen oft einen *unangenehmen* Geruch und bei persistierenden intensiven oder ekelerregenden Gerüchen können *unangemessene Belästigungen* auftreten. Dabei mischen sich zum Geruch in der Regel *trigeminale* Wahrnehmungen (stechend, brennend) und die sonst sehr ausgeprägte Adaptation/Gewöhnung an chemosensorische Reize bleibt aus. Wann eine *unangemessene Belästigung* vorliegt, ist objektiv-physiologisch kaum zu erfassen. Indirekte Indikatoren sind verminderte kognitive Leistungen durch die Ablenkung, die vom Arbeitsstoff ausgeht, wenn die belästigende chemosensorische Wahrnehmung nicht mehr ignoriert werden kann und von der eigentlichen Arbeitstätigkeit ablenkt. In kontrollierten Humanstudien können derartige Verhaltenseffekte mit standardisierten neuropsychologischen Testverfahren erfasst werden.

### **„Geruchs-assoziierte“ Symptome**

Einige Arbeitsstoffe können bei manchen Personen unmittelbar „Geruchs-assoziierte“ Symptome wie Übelkeit oder Kopfschmerz auslösen. Über physiologische Mechanismen, wie diese Symptome ausgelöst werden, ist in der wissenschaftlichen Literatur in der Regel nichts bekannt, aber es sind vor allem sehr geruchsintensive Stoffe, die im Einzelfall derartige Reaktionen hervorrufen können. Arbeitsstoffe, bei denen „Geruchs-assoziierte“ Symptome auch unterhalb des MAK-Wertes auftreten können, werden mit der Fußnote „*Auch bei Einhaltung des MAK-Werts sind im Einzelfall „Geruchs-assoziierte“ Symptome nicht auszuschließen*“ markiert. Die Vergabe dieser Fußnote orientiert sich an den folgenden Kriterien: (a) niedrige, psychophysisch-ermittelte Geruchsschwelle, (b) sehr unangenehmer Geruch bereits im Bereich der Wahrnehmungsschwelle oder (c) Fallberichte oder Beobachtungen, die ein verstärktes Auftreten „Geruchs-assoziiertes“ Symptome beschreiben.

### **Gewöhnung**

Bei reinen Geruchswahrnehmungen können gleichbleibende Expositionen gegenüber bestimmten Arbeitsstoffen (z.B. Schwefelwasserstoff, 2-Methyl-2-propanthiol) zu einer Gewöhnung und damit auch zur Beeinträchtigung bzw. zum kompletten Verlust der olfaktorischen Wahrnehmung dieser Stoffe führen. Auch aus diesem Grund ist die Geruchswahrnehmung nicht zur „Warnung“ vor einer gesundheitsschädlichen Exposition gegenüber diesen Arbeitsstoffen geeignet. Zurzeit gibt es nur unzureichende, stoffspezifische Kenntnisse zu den zugrundeliegenden Mechanismen sehr ausgeprägter Gewöhnungsprozesse (z.B. Veränderungen der Geruchsrezeptoren) und zu den jeweiligen

Konzentrations-Wirkungs-Beziehungen. Auf dieses Phänomen der olfaktorischen Wahrnehmung muss bei derartigen Arbeitsstoffen hingewiesen werden.

## Begründung

Für jede Entscheidung wird eine ausführliche wissenschaftliche Begründung in der Reihe „Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe, toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten“ veröffentlicht<sup>17)</sup>. Ergänzungen der Begründungssammlung sind in Jahresabständen vorgesehen. In diesen Texten sind die wissenschaftlichen Daten und die jeweiligen Gründe für die Festsetzung eines Wertes ausführlich und nachvollziehbar dargestellt. Aufgrund dieses Systems genügt es, allgemeingehaltene Grundsätze für die Ableitung von MAK-Werten festzulegen. Die Einzelfallbetrachtung unter Einbeziehung aller verfügbaren toxikologischen und arbeitsmedizinischen Informationen zu einem Stoff erlaubt differenziertere und vielfältigere Möglichkeiten einer Bewertung als die Orientierung an stringent ausformulierten Regeln.

Die in der Literatur verfügbaren Angaben zur Toxizität und zur Wirkung eines Stoffes bei Mensch und Tier sowie weitere relevante Informationen werden – nach Endpunkten gegliedert – zusammengefasst dargestellt. Diese Zusammenstellung der toxikologischen und epidemiologischen Daten zu einem Stoff dient zunächst als Diskussionsgrundlage innerhalb der Kommission zur Ableitung eines MAK-Wertes und zur Bewertung der verschiedenen Aspekte wie physikalisch-chemische Eigenschaften, Hautresorption, sensibilisierende Wirkung, krebserzeugende Wirkung, fruchtschädigende Wirkung und keimzellmutagene Wirkung. Bei neuen Erkenntnissen erfolgt eine Reevaluierung des MAK-Wertes und falls notwendig der Einstufung und Markierung und dann eine entsprechende Änderung.

## Veröffentlichung

Ankündigungen von beabsichtigten Neuaufnahmen und Änderungen werden im Regelfall ein Jahr vorher veröffentlicht, d. h. mit der Herausgabe der MAK- und BAT-Werte-Liste, in der Regel am 1. Juli. Zudem werden die Ankündigungen auch auf der Homepage der Kommission bei der DFG veröffentlicht ([https://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/gremien/senat/arbeitsstoffe/ankuendigungsliste.pdf](https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/gremien/senat/arbeitsstoffe/ankuendigungsliste.pdf)). Dort sind bei Bedarf neben der regelmäßigen Aktualisierung im Juli jedes Jahres jederzeit weitere Ankündigungen von beabsichtigten Neuaufnahmen und Änderungen möglich. Nach Verabschiedung der jährlichen Listen werden der Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), der Bundesverband der Deutschen Industrie, die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung und der Deutsche Gewerkschaftsbund offiziell über die diskutierten Änderungen informiert. Zweck dieser Maßnahme ist es, von diesen Organisationen rechtzeitig wissenschaftlich verwertbare Unterlagen zu den von der Kommission diskutierten Änderungen und Ergänzungen zu erhalten.

---

<sup>17)</sup> Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

## Stoffgemische

Der MAK-Wert gilt in der Regel für die Exposition gegen den reinen Stoff, er ist nicht ohne weiteres für einen Bestandteil eines Gemisches in der Luft des Arbeitsplatzes oder für ein technisches Produkt, das Begleitstoffe von u. U. höherer Toxizität enthält, anwendbar. Die gleichzeitig oder nacheinander erfolgende Exposition gegenüber verschiedenen Stoffen kann die gesundheitsschädliche Wirkung erheblich verstärken, ggf. in Einzelfällen auch vermindern. MAK-Werte für Gemische mehrerer Arbeitsstoffe können wegen der in der Regel sehr unterschiedlichen Wirkungskriterien der einzelnen Komponenten mit einfachen Rechenansätzen nicht befriedigend ermittelt werden; sie können zurzeit nur durch spezielle, d. h. auf die betreffenden Stoffe abgestellte toxikologische Erwägungen oder Untersuchungen abgeschätzt bzw. angesetzt werden. Dem gegenwärtigen mangelhaften Stand der Kenntnis Rechnung tragend, lehnt die Kommission nachdrücklich Verfahren zur Errechnung von MAK-Werten, insbesondere für Lösungsmittelgemische als Flüssigkeiten, ab. Sie ist jedoch bestrebt, anhand geeigneter Untersuchungen auch Werte für definierte, praktisch wichtige Dampfgemische zu erarbeiten.

## Analytische Überwachung

Die Einhaltung bzw. Unterschreitung der MAK- und BAT-Werte dient dem Schutz der Gesundheit von Personen, die an ihren Arbeitsplätzen gesundheitsschädlichen Arbeitsstoffen ausgesetzt sind. Dieses Ziel ist nur durch die regelmäßige analytische Bestimmung der Konzentration an Gefahrstoffen in der Luft am Arbeitsplatz bzw. der Gefahrstoffe, ihrer Metaboliten oder anderer Parameter des Intermediärstoffwechsels in menschlichen Körperflüssigkeiten zu gewährleisten. Dafür werden Analysenmethoden benötigt, die bezüglich ihrer analytischen Zuverlässigkeitskriterien und Nachvollziehbarkeit geprüft sind.

Solche Methoden werden von den Arbeitsgruppen „Luftanalysen“ und „Analysen in biologischem Material“ der Kommission erarbeitet und in den Methodensammlungen „Luftanalysen“ und „Analysen in biologischem Material“ publiziert<sup>18)</sup>. Diese regelmäßig ergänzten Sammlungen erscheinen in deutscher und englischer Sprache. Die Methoden sind als sogenannte „standard operating procedures (SOP)“ konzipiert, die die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Labor zu Labor und mit den entsprechenden Grenzwerten gewährleisten sollen. Sie liefern damit einen Beitrag zur Qualitätssicherung der Ergebnisse. Zudem bilden sie eine wichtige Grundlage für den mit den Grenzwerten angestrebten Gesundheitsschutz.

---

<sup>18)</sup> „Analytische Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe“, bearbeitet von den Arbeitsgruppen „Luftanalysen“ und „Analysen in biologischem Material“.

Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

Die Kommission nimmt Anregungen zur Aufnahme neuer Stoffe bzw. Bestimmungsmethoden gerne entgegen.

Mit der Arbeitsgruppe „Analytik“ im Sachgebiet „Gefahrstoffe“ des Fachbereichs „Rohstoffe und chemische Industrie“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung besteht eine Zusammenarbeit bei der Herausgabe von Analysenverfahren für krebserzeugende Arbeitsstoffe („Von den Unfallversicherungsträgern anerkannte Analysenverfahren zur Feststellung der Konzentrationen krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“ (DGUV Informationen 213–5xx), DGUV, D-81359 München:

<https://www.bgrci.de/fachwissen-portal/themenspektrum/gefährstoffe/gefährstoffanalytik/inhalte/dguv-informationen-213-xx/>

Bei der Entwicklung neuer Analysenmethoden wird der Richtigkeit und der Zuverlässigkeit der damit erzielbaren Ergebnisse Vorrang vor allen anderen Erwägungen eingeräumt. Diese Methoden werden regelmäßig aktualisiert, wenn neue wissenschaftliche und messtechnische Erkenntnisse dazu Anlass geben. In dieser Hinsicht entsprechen die Methoden stets dem aktuellen Stand der Technik und sind zur zuverlässigen Grenzwertüberwachung geeignet.

Die Methoden zu „Analysen in biologischem Material“ werden, wo immer möglich, so ausgelegt, dass sie auch den umweltmedizinisch relevanten Konzentrationsbereich abdecken. Auf diese Weise wird ermöglicht, den arbeitsmedizinischen vom umweltmedizinischen Konzentrationsbereich zu unterscheiden und damit bewerten zu können.

### **Stoffe, die gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen können**

In der Regel liegen Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz entweder als Gas bzw. Dampf oder aber als Aerosol in Form von Tröpfchen (Nebel) bzw. festen Partikeln (Staub) vor. Es gibt jedoch auch Stoffe, bei denen diese Einteilung keine Gültigkeit hat. Hierbei handelt es sich um Stoffe, die bei Raumtemperatur über einen geringen Dampfdruck verfügen und somit in relevanten Mengen sowohl als Dampf als auch als Aerosol auftreten können. Dies können sowohl Flüssigkeiten als auch sublimierende Feststoffe sein.

Bei der Ermittlung der inhalativen Exposition gegenüber Stoffen ist stets darauf zu achten, ob durch das Arbeitsverfahren Dampf- und Aerosolgemische gebildet werden können. Dies ist bei der Messung und Beurteilung zu berücksichtigen. Im Besonderen treten derartige Gemische vor allem dann auf, wenn z. B. durch mechanische Prozesse wie beim Bearbeiten von Metallen oder Keramiken, bei Tauchverfahren in galvanischen Prozessen oder bei Sprühverfahren Aerosole verfahrensbedingt entstehen. Weiterhin gibt es Verarbeitungsverfahren, bei denen schwerflüchtige Stoffe bei erhöhter Temperatur verdampfen und anschließend wieder kondensieren, z. B. bei der Heißverarbeitung von Bitumen oder beim Laserschweißen, und die somit ebenfalls in der Luft am Arbeitsplatz gleichzeitig als Dampf und Aerosol auftreten. Nach DIN EN 13936<sup>19)</sup> sollten für Stoffe mit einem Dampfdruck bei Raumtemperatur von weniger als 100 Pa und mehr als 0,001 Pa generell Probenahmeverfahren gewählt werden, die Dampf und Aerosol gleichzeitig in einem Probenahmesystem erfassen. Flüssigkeiten mit Siedepunkten zwischen ca. 180 °C und ca. 350 °C fallen in der Regel in diese Kategorie. Der Stoffaustausch zwischen Dampf und kondensierter Phase ist ein dynamischer Prozess, der durch Einflüsse wie Temperatur oder Luftströmungen ständig verändert wird. Die in der Luft am Arbeitsplatz vorliegende genaue Verteilung eines Stoffes zwischen Dampfphase und kondensierter Phase ist nur mit sehr hohem Aufwand zu ermitteln und deshalb in der Praxis nicht bestimmbar. Für die Probenahme solcher Stoffe eignen sich Systeme, mit denen Aerosole und Dämpfe gemeinsam gemessen werden, wobei der Aerosolanteil als einatembare Fraktion erfasst wird.

Für Stoffe mit den beschriebenen physikalischen Eigenschaften, bei denen ein MAK-Wert für die alveolengängige Fraktion der Partikelphase abgeleitet wurde, ist es an Arbeitsplätzen messtechnisch nicht möglich, nur die alveolengängige Aerosolfraktion zu erfassen. Es wird empfohlen, auch für diese Stoffe im Sinne einer „worst-case“-

---

<sup>19)</sup> DIN EN 13936 (2014) Exposition am Arbeitsplatz – Messung einer Mischung aus luftgetragenen Partikeln und Dampf vorliegenden chemischen Arbeitsstoffes – Anforderungen und Prüfverfahren. Beuth Verlag, Berlin

Betrachtung die einatembare Fraktion zu erfassen<sup>20</sup>). Aufgrund des dynamischen Verhaltens ist nur die Messung der Summe aus Dampf- und Partikelanteil zuverlässig durchführbar, wenn der Partikelanteil in seiner Gesamtheit als einatembare Fraktion erfasst wird.

Auf Stoffe in der Stoffliste im Abschnitt II, die gleichzeitig als Dampf und Aerosol auftreten können, wird mit folgender Bemerkung hingewiesen: „*Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen*“.

---

<sup>20</sup>) Breuer D, Dragan GC, Hebisch R, Bartsch R, Giesen Y, Krämer W, Nitschke L, Nitz G, Pannwitz K-H, Tschickardt M, Hartwig A, MAK Commission (2018) Probenahme und Analyse von Stoffen und Stoffgemischen, die gleichzeitig als Dampf und Partikel vorkommen können [Air Monitoring Methods in German language, 2018]. MAK Collect Occup Health Saf 3(1): 319–355. DOI: <https://doi.org/10.1002/3527600418.amsampmixd0019>

## II. Stoffliste

Die maximale Arbeitsplatzkonzentration von Gasen, Dämpfen und flüchtigen Aerosolen wird im folgenden in der von den Zustandsgrößen Temperatur und Luftdruck unabhängigen Einheit  $\text{ml/m}^3$  (ppm) sowie in der von den Zustandsgrößen abhängigen Einheit  $\text{mg/m}^3$  (<sup>21</sup>) für eine Temperatur von 20°C und einen Luftdruck von 1013 hPa angegeben (<sup>22</sup>), die von nichtflüchtigen Aerosolen (Staub, Rauch, Nebel) in  $\text{mg/m}^3$  (Milligramm (mg) des Stoffes je Kubikmeter ( $\text{m}^3$ ) Luft). Nichtflüchtige Aerosole sind solche, deren Dampfdruck so klein ist, dass bei gewöhnlicher Temperatur keine gefährlichen Konzentrationen in der Gasphase auftreten können.

Da die Flüchtigkeit eines Arbeitsstoffes für die Gesundheitsgefährdung eine bedeutsame Rolle spielen kann, ist für eine Reihe leichtflüchtiger Stoffe der Dampfdruck (DD) bei 20°C, soweit nicht anders angegeben, aufgenommen. Die Kenntnis des Dampfdruckes ermöglicht unter gleichzeitiger Bewertung der am Ort gegebenen Freisetzungsbedingungen die Abschätzung des Risikos eines Auftretens gesundheitsschädlicher Dampfkonzentrationen. Die angegebenen Dampfdruckwerte sind der Literatur entnommen, meist der US National Library of Medicine, der ECHA-, der SRC-Physprop- oder der GESTIS-Stoffdatenbank, und der Erfordernis der Praxis entsprechend gerundet.

<b>MAK [<math>\text{ml/m}^3</math>]</b>	MAK-Wert in $\text{ml/m}^3$ (ppm)	Zahlenwert bzw. „–“	vgl. Abschn. I
<b>MAK [<math>\text{mg/m}^3</math>]</b>	MAK-Wert in $\text{mg/m}^3$ mit Zusatz alveolengängige Fraktion	Zahlenwert bzw. „–“ A	vgl. Abschn. I vgl. Abschn. Vd
	inatembare Fraktion	E	vgl. Abschn. Vd
<b>Spzbg</b>	Spitzenbegrenzungs-Kategorie (Überschreitungs- faktor)	I/II oder „–“ (1 bis max. 8)	vgl. Abschn. VI
<b>SchwGr</b>	Schwangerschaftsgruppe	A, B, C, D bzw. „–“	vgl. Abschn. VIII
<b>Hautres</b>	Gefahr durch Hautresorption	Markierung mit H	vgl. Abschn. VII
<b>Sens</b>	Gefahr der Sensibilisierung	Markierung mit	vgl. Abschn. IV
	– der Atemwege	Sa	vgl. Abschn. IV
	– der Haut	Sh	
	– der Atemwege und der Haut	Sah	vgl. Abschn. IV
	Gefahr der Photokontaktensibilisierung	SP	vgl. Abschn. IV
<b>KanzKat</b>	Kanzerogenitäts-Kategorie	1, 2, 3, 4, 5	vgl. Abschn. III
<b>KmutKat</b>	Keimzellmutagenitäts-Kategorie	1, 2, 3 A, 3 B, 5	vgl. Abschn. IX
★	Die Änderungen gegenüber der Liste 2020 sind durch einen Stern (★) gekennzeichnet.		vgl. Abschn. I

<sup>21</sup>) Ein  $\text{mg/m}^3$  entspricht einem Milligramm (mg) Arbeitsstoff je Kubikmeter ( $\text{m}^3$ ) Luft.

<sup>22</sup>) Bei den angegebenen Zustandsbedingungen (20°C, 1013 hPa) rechnen sich die Konzentrationsmaße nach folgender Formel um:

$$C(\text{mg/m}^3) = \frac{\text{molare Masse in g}}{\text{Molvolumen in l}} \cdot C(\text{ml/m}^3)$$

Das Molvolumen beträgt 24,1 l bei 20°C und 1013 hPa (= mbar).

Der MAK-Wert wird i. d. R. in der Einheit  $\text{ml/m}^3$  festgesetzt, der Wert in  $\text{mg/m}^3$  wird dann nach obiger Formel berechnet. Einer Anregung aus der Praxis folgend werden die berechneten Werte auf 2 Stellen genau angegeben.

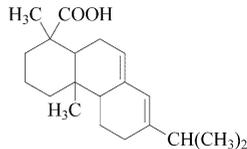
## a) Stoffe mit MAK-Wert sowie die in Abschnitt IIb und III bis XII genannten Stoffe

MAK-Werte, die unter der Voraussetzung einer Wochenarbeitszeit von mehr als 40 Stunden festgelegt wurden, sind ohne Änderung der toxikologischen Bewertung beibehalten worden.

Abachi (Triplochiton scleroxylon) → Hölzer

### Abietinsäure

[514-10-3]



Schließt auch Disproportionierungs- und Umlagerungsprodukte ein.

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sh  
 Ein immunologischer Mechanismus für das auf  
 Abietinsäure-haltige Arbeitsstoffe öfter beobachtete  
 Asthma ist nicht gesichert.

Acacia melanoxylon → Hölzer

Acajou blanc (Khaya anthotheca) → Hölzer

### Acetaldehyd

[75-07-0]

H<sub>3</sub>C-CHO

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
 siehe Definition der Kanzerogenitätskategorie 5 und  
 jeweilige Begründung  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 91  
 Spzbg: I(1)  
 Ein Momentanwert von 100 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 180  
 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 5  
 KmutKat: 5

### Acetamid

[60-35-5]

H<sub>3</sub>C-CO-NH<sub>2</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

Acetanhydrid → Essigsäureanhydrid

### Acetessigsäureethylester

[141-97-9]

H<sub>3</sub>C-CO-CH<sub>2</sub>-COO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

### Aceton

[67-64-1]

H<sub>3</sub>C-CO-CH<sub>3</sub>

DD[hPa]: 240

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 500  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1200  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: B  
 Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C siehe  
 Begründung

### Acetonitril

[75-05-8]

H<sub>3</sub>C-CN

DD[hPa]: 96,6

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 17  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

### Acetylaceton

[123-54-6]

CH<sub>3</sub>-CO-CH<sub>2</sub>-CO-CH<sub>3</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 83  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

Acetyldimethylamid → N,N-Dimethylacetamid

Acetylentetrbromid → 1,1,2,2-Tetrabromethan

Acetylentetrachlorid → 1,1,2,2-Tetrachlorethan

Acetylpropionyl → 2,3-Pentandion

Acrolein → 2-Propenal

Acrylaldehyd → 2-Propenal

### Acrylamid

[79-06-1]

H<sub>2</sub>C=CH-CO-NH<sub>2</sub>

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 2

### Acrylate und Methacrylate

vgl. Abschn. IYe

**Acrylnitril**

[107-13-1]	$H_2C=CH-CN$
DD[hPa]: 116	
vgl. Abschn. XII	
MAK[ml/m <sup>3</sup> ]: –	
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]: –	
Spzbg: –	
SchwGr: –	
Hautres: H	
Sens: Sh	
KanzKat: 2	

**Acrylsäure**

[79-10-7]	$H_2C=CH-COOH$
MAK[ml/m <sup>3</sup> ]: 10	
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]: 30	
Spzbg: I(1)	
SchwGr: C	

Acrylsäure-n-butylester → n-Butylacrylat

Acrylsäure-tert-butylester → tert-Butylacrylat

Acrylsäureethylester → Ethylacrylat

Acrylsäurehydroxypropylester  
→ Hydroxypropylacrylat (alle Isomere)

Acrylsäuremethylester → Methylacrylat

Acrylsäureisobornylester → Isobornylacrylat

**Adipinsäure**

[124-04-9]	$HO_2C-(CH_2)_4-CO_2H$
vgl. Abschn. Xc	
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]: 2 E	
Spzbg: I(2)	
SchwGr: C	

**Adipinsäuredimethylester**

[627-93-0]	$CH_3-OOC-(CH_2)_4-COO-CH_3$
s. auch Dicarbonsäure (C4-C6)-dimethylester	
vgl. Abschn. IIb	
MAK[ml/m <sup>3</sup> ]: –	
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]: –	
Spzbg: –	
SchwGr: –	

**Aerosole**

vgl. Abschn. V

Ätznatron → Natriumhydroxid

**Aflatoxine**

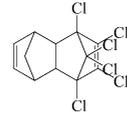
[1402-68-2]	
MAK[ml/m <sup>3</sup> ]: –	
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]: –	
Spzbg: –	
SchwGr: –	
Hautres: H	
KanzKat: 1	
KmutKat: 3A	

Afrikanisches Ebenholz (Diospyros crassiflora)  
→ HölzerAfrikanisches Grenadillholz (Dalbergia  
melanoxylon) → Hölzer

Aktinolith (Faserstaub) → Asbest

**Aldrin**

[309-00-2]



MAK[mg/m <sup>3</sup> ]: 0,25 E	
Spzbg: II(8)	
Hautres: H	

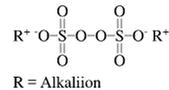
**Alkalibenzoate**

(als Benzoat) s. auch Benzoesäure

Löst pseudoallergische Reaktionen aus, siehe  
„Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von  
MAK-Werten“ (21. Lieferung 1995).

MAK[mg/m <sup>3</sup> ]: 10 E	
Spzbg: II(2)	
SchwGr: C	
Hautres: H	

Alkali-Chromate → Chrom(VI)-Verbindungen

**Alkalipersulfate**

vgl. Abschn. IV

Sens: Sah

Alkali-Zitrate → Zitronensäure

**Alkylamine, C11–C14-verzweigte,  
Monohexyl- und Dihexylphosphate**

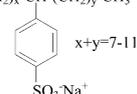
[80939-62-4]	$H_2N-C_{11-14}H_{23-29}$	+
	$HN(C_{11-14}H_{23-29})_2$	+
	$O=P(OH)_2O C_6H_{13}$	+
	$O=P(OH)(O C_6H_{13})_2$	

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]: –	
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]: –	
Spzbg: –	
SchwGr: –	

**Alkylbenzolsulfonate C10–C14, lineare**

[69669-44-9;	$CH_3-(CH_2)_x-CH-(CH_2)_y-CH_3$
85117-50-6]	

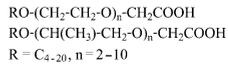


vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]: –	
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]: –	
Spzbg: –	
SchwGr: –	

N-Alkyl-N,N-dimethyl-N-benzylammoniumchlorid → Benzalkoniumchlorid

### Alkylethercarbonsäuren



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

### Allgemeiner Staubgrenzwert (alveolen-gängige Fraktion)

(granuläre biobeständige Stäube, GBS)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh  
vgl. Abschn. Vf

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,3  
für Stäube mit einer Dichte von 1 g/cm<sup>3</sup>  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: C  
KanzKat: 4

### Allgemeiner Staubgrenzwert (einatembare Fraktion)

vgl. Abschn. Vf und g

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4 E

Allylalkohol → 2-Propen-1-ol

Allylchlorid → 3-Chlorpropen

Allylglycidether

→ 1-Allyloxy-2,3-epoxypropan

Allylglycidylether

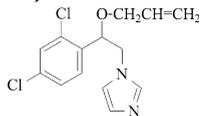
→ 1-Allyloxy-2,3-epoxypropan

1-Allyl-3-methoxy-4-hydroxybenzol

→ Eugenol

### 1-(2-(Allyloxy)-2-(2,4-dichlorphenyl)ethyl)-1H-imidazol (Imazalil)

[35554-44-0]

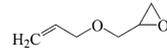


vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C  
Hautres: H

### 1-Allyloxy-2,3-epoxypropan

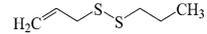
[106-92-3]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
Sens: Sh  
KanzKat: 2

### Allylpropyldisulfid

[2179-59-1]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 12  
Spzbg: I(1)

### Aluminium-, Aluminiumoxid- und Aluminiumhydroxid-haltige Stäube

[7429-90-5; 1344-28-1; 1302-74-5; 21645-51-2] Al  
(alveolen-gängige Fraktion)

vgl. Abschn. Vf und g und XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1,5 A  
SchwGr: D

### Aluminium-, Aluminiumoxid- und Aluminiumhydroxid-haltige Stäube

[7429-90-5; 1344-28-1; 1302-74-5; 21645-51-2] Al  
(einatembare Fraktion)

vgl. Abschn. Vf und g und XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4 E  
SchwGr: D

### α-Aluminiumoxid

[1302-74-5] Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
(Korund)

ausgenommen sind Aluminiumoxidfasern und ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

vgl. Abschn. Vf

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,3 A  
multipliziert mit der Materialdichte  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: C  
KanzKat: 4

### Aluminiumoxid

[1344-28-1] Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
(Faserstaub)  
vgl. Abschn. III

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 2

**Aluminiumsilikatfasern**

(RCF)

Bei thermischer Belastung kann Cristobalit entstehen, siehe Begründung.

vgl. Abschn. III

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
KanzKat:	2

**Ameisensäure**

[64-18-6]

HCOOH

DD[hPa]: 42

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	5
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	9,5
Spzbg:	I(2)
SchwGr:	C

Ameisensäureethylester → Ethylformiat

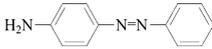
Ameisensäuremethylester → Methylformiat

Amerikanische Roteiche (*Quercus rubra*)

→ Hölzer

**p-Aminoazobenzol**

[60-09-3]

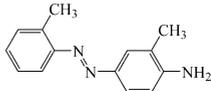


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**o-Aminoazotoluol**

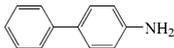
[97-56-3]



MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
Sens:	Sh
KanzKat:	2
KmutKat:	3B

**4-Aminobiphenyl**

[92-67-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,00016 bei 25°C (berechneter Wert)

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	1
KmutKat:	3A

1-Aminobutan → n-Butylamin

2-Aminobutan → sec-Butylamin

**2-Aminobutanol**

[96-20-8]

HOCH<sub>2</sub>-CH(NH<sub>2</sub>)-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,58

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	1
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	3,7
Spzbg:	II(2)
SchwGr:	D
Hautres:	H

1-Amino-4-chlorbenzol → p-Chloranilin

1-Amino-3-chlor-6-methylbenzol  
→ 5-Chlor-o-toluidin

2-Amino-4-chlortoluol → 5-Chlor-o-toluidin

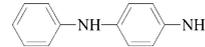
2-Amino-5-chlortoluol → 4-Chlor-o-toluidin

Aminocyclohexan → Cyclohexylamin

1-Amino-3,4-dichlorbenzol → 3,4-Dichloranilin

**4-Aminodiphenylamin**

[101-54-2]



MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
Sens:	Sh
KanzKat:	3

**2-Aminoethanol**

[141-43-5]

H<sub>2</sub>NCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>OH

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,3

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,2
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,51
Spzbg:	I(1)
SchwGr:	C
Sens:	Sh

**2-(2-Aminoethoxy)ethanol (Diglykolamin)**

[929-06-6]

HO-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-O-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub>

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

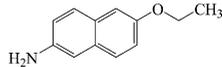
DD[hPa]: 0,002 bei 25°C

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,2
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,87
Spzbg:	I(1)
SchwGr:	C
Hautres:	H
Sens:	Sh

**6-Amino-2-ethoxynaphthalin**

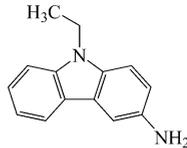
[293733-21-8]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

**3-Amino-9-ethylcarbazol**

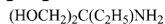
[132-32-1]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**2-Amino-2-ethyl-1,3-propandiol**

[115-70-8]



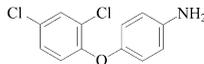
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $1,6 \times 10^{-3}$   
 vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Aminofen**

[14861-17-7]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**2-Aminoisobutanol**

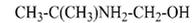
→ 2-Amino-2-methyl-1-propanol

**1-Amino-2-methoxy-5-methylbenzol**

→ p-Kresidin

**3-Amino-4-methoxytoluol** → p-Kresidin**1-Amino-4-methylbenzol** → p-Toluidin**2-Amino-2-methyl-1-propanol**

[124-68-5]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 1,3  
 vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3,7  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

**3-Aminomethyl-3,5,5-trimethyl-cyclohexylamin** → Isophorondiamin**6-Aminonaphtholether**

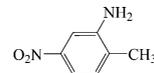
→ 6-Amino-2-ethoxynaphthalin

**4-Amino-2-nitrophenol**

→ 2-Nitro-4-aminophenol

**2-Amino-4-nitrotoluol**

[99-55-8]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

**3-Aminophenol**

[591-27-5]

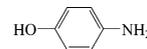


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**4-Aminophenol**

[123-30-8]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**p-Aminophenoltriglycidylether**

→ Triglycidyl-p-aminophenol

**2-Aminopropan**

[75-31-0]



DD[hPa]: 637

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 12  
 Spzbg: I(2)  
 Ein Momentanwert von 10 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 25 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: C

**1-Aminopropan-2-ol**[78-96-6]  $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3$ 

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,6

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**N'-(3-Aminopropyl)-N'-dodecylpropan-1,3-diamin**[2372-82-9]  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{11}\text{-N}((\text{CH}_2)_3\text{-NH}_2)_2$ 

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C

**2-Aminopyridin**

[504-29-0]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,13 bei 25°C (berechneter Wert)

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

3-Amino-p-toluidin → 2,4-Toluyldiamin

5-Amino-o-toluidin → 2,4-Toluyldiamin

4-Aminotoluol → p-Toluidin

3-Amino-1,2,4-triazol → Amitrol

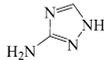
**Aminotris(methylenphosphonsäure)**[6419-19-8]  $\text{N}(\text{CH}_2\text{PO}_3\text{R}_2)_3$   
und ihre Natriumsalze R = H, Na

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Amitrol**

[61-82-5]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,2 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 KanzKat: 4

**Ammoniak**[7664-41-7]  $\text{NH}_3$ 

DD[hPa]: 8570

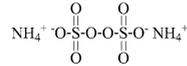
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 14  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

Ammoniumheptamolybdat → Molybdän

Ammoniummolybdat → Molybdän

Ammoniumperfluorooctanoat  
→ Perfluorooctansäure (PFOA)**Ammoniumsulfat**

[7727-54-0]

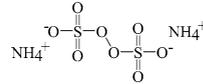


vgl. Abschn. IV

Sens: Sah

**Ammoniumsulfamat**

[7773-06-0]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Amorphe Kieselsäure → Kieselsäuren, amorphe  
a) synthetische kolloidale amorphe Kieselsäure  
[7631-86-9]

Amosit (Faserstaub) → Asbest

Amylacetat → Pentylacetat (alle Isomere)

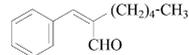
iso-Amylalkohol (3-Methyl-1-butanol)  
→ Pentanol (Isomere)**α-Amylase**

vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

**α-Amylzimtaldehyd**

[122-40-7]



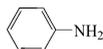
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Anilin**

[62-53-3]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,68

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	2
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	7,7
Spzbg:	II(2)
SchwGr:	C
Hautres:	H
Sens:	Sh
KanzKat:	4

Anilingelb → p-Aminoazobenzol

o-Anisidin → 2-Methoxyanilin (o-Anisidin)

p-Anisidin → 4-Methoxyanilin

Anorganische Faserstäube → Faserstaub, anorganisch

**Anthanthren**

[191-26-4]



vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2

Anthophyllit (Faserstaub) → Asbest

**Antibiotika**

vgl. Abschn. IVe

**Antimon**

[7440-36-0]

Sb

und seine anorganischen Verbindungen mit Ausnahme von Antimonwasserstoff

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
KanzKat:	2
KmutKat:	3A

**Antimonwasserstoff**

[7803-52-3]

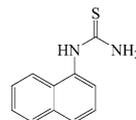
SbH<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

**ANTU**

[86-88-4]

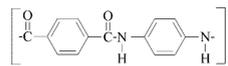


MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	3

**p-Aramid**

[26125-61-1]

(Faserstaub)



vgl. Abschn. III

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
KanzKat:	3

Arprocarb → Propoxur

Arsen → Phenylarsenverbindungen

**Arsen**

[7440-38-2]

und anorganische Arsenverbindungen

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
mit Ausnahme von Arsenmetall und Galliumarsenid	
KanzKat:	1
KmutKat:	3A

**– Arsenmetall**

[7440-38-2]

As

**– Arsentrioxid**

[1327-53-3]

As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**– Arsenige Säure**

[13464-58-9]

H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub>

und ihre Salze, z.B.

**– Natriumarsenit**

[7784-46-5]

NaAsO<sub>2</sub>**– Arsenpentoxid**

[1303-28-2]

As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**– Arsensäure**

[7778-39-4]

H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>

und ihre Salze, z.B.

**– Bleiarsenat**

[3687-31-8]

Pb<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>**– Calciumarsenat**

[7778-44-1]

Ca<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>**– Galliumarsenid**

[1303-00-0]

GaAs

Arsenik → Arsen

Arsen(III)oxid → Arsen

Arsen(V)oxid → Arsen

Arsen(V)säure → Arsen

### Arsenwasserstoff

[7784-42-1]

AsH<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

### Arzneistoffe, krebserzeugende

vgl. Abschn. III

#### Asbest

[1332-21-4]

(Faserstaub)

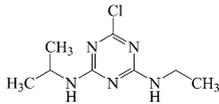
Aktinolith, Amosit, Anthophyllit, Chrysotil, Krokydololith, Tremolit

vgl. Abschn. III

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 1  
 Zigarettenraucher tragen ein erhöhtes  
 Bronchialkrebsrisiko.

#### Atrazin

[1912-24-9]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C

#### Attapulgit

[12174-11-7]

(Faserstaub)

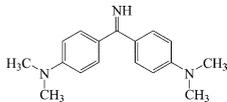
vgl. Abschn. III

Mg<sub>5</sub>-Si<sub>8</sub>-O<sub>20</sub>(OH)<sub>2</sub>(H<sub>20</sub>)<sub>4</sub> · 4 H<sub>2</sub>O

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

#### Auramin

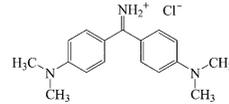
[492-80-8]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3B

#### Auraminhydrochlorid

[2465-27-2]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3B

Auraminbase → Auraminhydrochlorid

Australische Silbereiche (*Grevillea robusta*)

→ Hölzer

Ayan (*Distemonanthus benthamianus*)

→ Hölzer

#### Azelainsäure

[123-99-9]

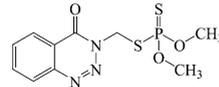
HO<sub>2</sub>C-(CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub>-CO<sub>2</sub>H

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

#### Azinphos-methyl

[86-50-0]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,1 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: B  
 Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C siehe  
 Begründung  
 Hautres: H  
 Sens: Sh

Aziridin → Ethylenimin

Azobiscarbamid → Azodicarbonamid

#### Azodicarbonamid

[123-77-3]

H<sub>2</sub>N-CO-N=N-CO-NH<sub>2</sub>

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,02 E  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: D

1,1'-Azodiformamid → Azodicarbonamid

#### Azo-Farbstoffe

s. auch Pigment Yellow

vgl. Abschn. III

Azoimid → Stickstoffwasserstoffsäure

**Bariumsulfat**

[7727-43-7]  $\text{BaSO}_4$   
 (alveolengängige Fraktion)  
 ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh  
 vgl. Abschn. Vf

MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: 0,3 A  
 multipliziert mit der Materialdichte  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 4

**Bariumsulfat**

[7727-43-7]  $\text{BaSO}_4$   
 (eintatembare Fraktion)  
 vgl. Abschn. Vf und g

MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: 4 E  
 SchwGr: C

**Bariumverbindungen, löslich**

(als Ba [7440-39-3] berechnet)

vgl. Abschn. XII

MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: 0,5 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: D

**Baumwollstaub**

Gilt nur für Rohbaumwolle.

vgl. Abschn. V

MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: 1,5 E  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

**Behensäure**

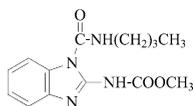
[112-85-6]  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ $\text{ml}/\text{m}^3$ ]: –  
 MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Benomyl**

[17804-35-2]



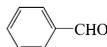
Sens: Sh  
 KmutKat: 3A

Bentonit → Montmorillonit

Benzalchlorid →  $\alpha,\alpha$ -Dichlortoluol

**Benzaldehyd**

[100-52-7]

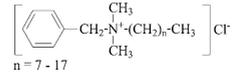


vgl. Abschn. IIb

MAK[ $\text{ml}/\text{m}^3$ ]: –  
 MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Benzalkoniumchlorid**

[8001-54-5]

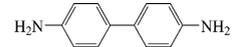


vgl. Abschn. IIb

MAK[ $\text{ml}/\text{m}^3$ ]: –  
 MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Benzidin**

[92-87-5]  
 und seine Salze



vgl. Abschn. XII

MAK[ $\text{ml}/\text{m}^3$ ]: –  
 MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 1

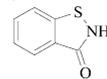
1H-Benzimidazol-2-carbaminsäuremethylester  
 → Carbendazim

**Benzine**

vgl. Abschn. Xb

**1,2-Benzisothiazol-3(2H)-on**

[2634-33-5]

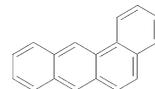


vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ $\text{ml}/\text{m}^3$ ]: –  
 MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sh

**Benzo[a]anthracen**

[56-55-3]

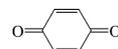


vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ $\text{ml}/\text{m}^3$ ]: –  
 MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3A

**1,4-Benzochinon**

[106-51-4]



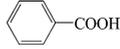
DD[hPa]: 0,12

MAK[ $\text{ml}/\text{m}^3$ ]: –  
 MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3  
 KmutKat: 3B

**Benzoesäure**

[65-85-0]

s. auch Alkalibenzoate



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. Löst pseudoallergische Reaktionen aus, siehe „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“ (21. Lieferung 1995).

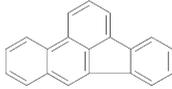
DD[hPa]:  $9 \times 10^{-4}$  bei 25°C

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,1
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,5 A
Spzbg:	II(4)
SchwGr:	C
Hautres:	H

**Benzo[b]fluoranthen**

[205-99-2]

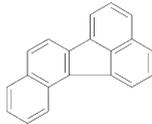


vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	3B

**Benzo[j]fluoranthen**

[205-82-3]

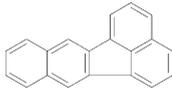


vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	3B

**Benzo[k]fluoranthen**

[207-08-9]



vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	3B

**Benzol**

[71-43-2]



DD[hPa]: 101

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	1
KmutKat:	3A

**Benzoldicarbonsäure → o-Phthalsäure****1,2-Benzoldicarbonsäurediisodocylester**

## → Diisodocylphthalat

**α-Benzolhexachlorid**

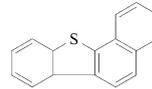
## → 1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan

**β-Benzolhexachlorid**

## → 1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan

**Benzo[b]naphtho[2,1-d]thiophen**

[239-35-0]



vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	3B

**Benzophenon-3**

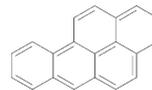
[131-57-7]

**Benzophenon-4**

[4065-45-6]

**Benzo[a]pyren**

[50-32-8]



vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	2

**2-Benzothiazol-2-mercaptan**

## → 2-Mercaptobenzothiazol

3H-1,3-Benzothiazol-2-thion  
→ 2-Mercaptobenzothiazol

4-(2-Benzothiazolythio)morpholin  
→ Morpholinylmercaptobenzothiazol

### Benzotriazol

[95-14-7]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $6,89 \times 10^{-2}$  bei 25°C

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 3

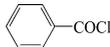
Benzotrichlorid →  $\alpha, \alpha, \alpha$ -Trichlortoluol

4H-3,1-Benzoxazin-2,4(1H)-dion  
→ N-Carboxyanthranilsäureanhydrid

### Benzoylchlorid

[98-88-4]

s. auch  $\alpha$ -Chlortoluole



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

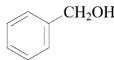
DD[hPa]: 0,5

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

Benzoylperoxid → Dibenzoylperoxid

### Benzylalkohol

[100-51-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

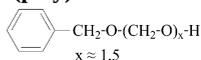
DD[hPa]: 0,13 bei 25°C (berechneter Wert)

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 22  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C  
Hautres: H

### Benzylalkoholmono(poly)hemiformal

[14548-60-8]



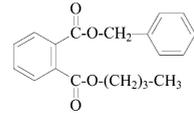
Formaldehydabspalter

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Sens: Sh

### Benzylbutylphthalat

[85-68-7]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 20 E

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Benzylchlorid →  $\alpha$ -Chlortoluol

Benzylidichlorid →  $\alpha, \alpha$ -Dichlortoluol

Benzylidenchlorid →  $\alpha, \alpha$ -Dichlortoluol

Benzyltrichlorid →  $\alpha, \alpha, \alpha$ -Trichlortoluol

### Bernsteinsäure

[110-15-6]

HO<sub>2</sub>C-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>H

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E

Spzbg: I(2)

SchwGr: C

### Bernsteinsäuredimethylester

[106-65-0]

CH<sub>3</sub>-OOC-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-COO-CH<sub>3</sub>

s. auch Dicarbonsäure

(C4-C6)-dimethylester

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

### Beryllium

[7440-41-7]

Be

und seine anorganischen

Verbindungen

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Sens: Sah  
KanzKat: 1

Bété (Mansonia altissima) → Hölzer

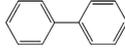
Bethabara (Tabebuia serratifolia) → Hölzer

BHT → Butylhydroxytoluol (BHT)

Biacetyl → Diacetyl

**Biphenyl**

[92-52-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,012 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 3

Biphenylether → Diphenylether

3,3',4,4'-Biphenyltetramin

→ 3,3'-Diaminobenzidin und sein Tetrahydrochlorid

1,3-Bis(aminomethyl)benzol

→ m-Xylylendiamin

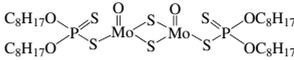
Bis(4-aminophenyl)ether → 4,4'-Oxydianilin

Bis(p-aminophenyl)ether → 4,4'-Oxydianilin

★ **Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S']dioxodi-μ-thioxodimolybdän**

[68958-92-9;

72030-25-2]



DD[hPa]: &lt;math&gt;1,5 \times 10^{-5}&lt;/math&gt; hPa

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Bis-2-chlorethylether

→ 2,2'-Dichlordiethylether

Bis(2-chlorethyl)methylamin → N-Methyl-bis(2-chlorethyl)amin

Bis(2-chlorethyl)sulfid

→ 2,2'-Dichlordiethylsulfid

**Bis(chlormethyl)ether**

(Dichlordime-

ClCH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>Cl

thylether)

[542-88-1]

Nicht zu verwechseln mit dem asymmetrischen

(Dichlormethyl)-methylether.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

KanzKat: 1

4,4'-Bis(dimethylamino)benzophenon

→ Michlers Keton

Bis[4-(dimethylamino)phenyl]methanon

→ Michlers Keton

3,5-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxybenzol-propansäurethiodi-2,1-ethandylester  
→ Thiodiethylenbis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionsäureester)

Bis(dimethylthiocarbamoyl)disulfid → Thiram

Bis(dimethylzinn(isooctylmercaptoacetat)-sulfid → Methylzinnverbindungen

Bis(dimethylzinn(2-mercaptoethyloleat)sulfid → Methylzinnverbindungen

1,3-Bis(2,3-epoxypropoxy)benzol

→ Diglycidylresorcinether

1,4-Bis(2,3-epoxypropoxy)butan

→ 1,4-Butandioldiglycidylether

1,6-Bis(2,3-epoxypropoxy)hexan

→ 1,6-Hexandioldiglycidylether

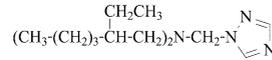
S-[1,2-Bis(ethoxycarbonyl)ethyl]-O,O-dimethyldithiophosphat → Malathion

Bis(2-ethylhexoxy)-sulfanylidensulfido-λ5-phosphan; oxomolybdän; sulfamid → Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S']dioxodi-μ-thioxodimolybdän

Bis(2-ethylhexyl)phthalat → Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)

**N,N-Bis(2-ethylhexyl)-[(1,2,4-triazol-1-yl)methyl]amin**

[91273-04-0]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

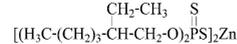
Spzbg: –

SchwGr: –

Sens: Sh

**Bis(2-ethylhexyl)zinkdithiophosphat**

[4259-15-8]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

2,2-Bis(p-glycidyloxy-phenyl)propan

→ Bisphenol-A-diglycidylether

Bis(2-hydroxyethyl)-ether → Diethylenglykol

Bis(hydroxymethyl)acetylen

→ 2-Butin-1,4-diol

1,3-Bis(hydroxymethyl)-5,5-dimethyl-2,4-imidazolindion

→ 1,3-Dimethylol-5,5-dimethylhydantoin

### 1,3-Bis(hydroxymethyl)harnstoff

[140-95-4] (HOCH<sub>2</sub>-NH)<sub>2</sub>CO

Formaldehydabspalter

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

2,2-Bis(4-hydroxyphenyl)propan

→ Bisphenol A

2,2-Bis(4-hydroxyphenyl)propandiglycidylether → Bisphenol-A-diglycidylether

Bis(2-hydroxypropyl)ether → Dipropylenglykol

Bis(1-hydroxy-2(1H)-pyridinthionato)zink

→ Zinkpyrithion

Bis(2-methoxyethyl)ether

→ Diethylenglykoldimethylether

Bis-2-methoxypropylether

→ Dipropylenglykolmonomethylether

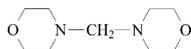
Bis(5-methyl-3-tert-butyl-2-hydroxyphenyl)monosulfid → 2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol)

Bis[methylzinni(isooctylmercaptoacetat)]sulfid → Methylzinnverbindungen

Bis[methylzinni(2-mercaptoethyleat)]sulfid → Methylzinnverbindungen

### Bis(morpholino)methan

[5625-90-1]



Formaldehydabspalter

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Sens: Sh

### Bisphenol A

(4,4'-Iso-propyliden-diphenol)

[80-05-7]

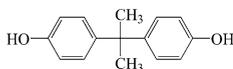
vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 E

Spzbg: I(1)

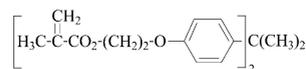
SchwGr: C

Sens: SP



### Bisphenol-A-diethoxymethacrylat (BIS-EMA)

[24448-20-2]

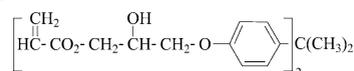


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

### Bisphenol-A-diglycidylacrylat (BIS-GA)

[4687-94-9]

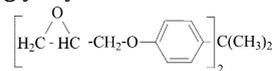


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

### Bisphenol-A-diglycidylether

[1675-54-3]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

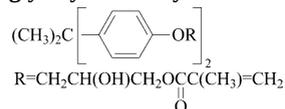
Spzbg: –

SchwGr: –

Sens: Sh

### Bisphenol-A-diglycidylmethacrylat

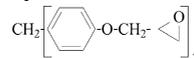
[1565-94-2]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

### Bisphenol-F-diglycidylether



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

### – o,o' -Bisphenol-F-diglycidylether

[54208-63-8]

### – o,p' -Bisphenol-F-diglycidylether

[57469-07-5]

### – p,p' -Bisphenol-F-diglycidylether

[2095-03-6]

Bis(1-piperidylthiocarboxyl)disulfid

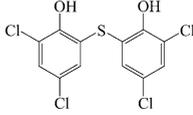
→ Dipentamethylthiuramdisulfid

Bis(tributylzinn)oxid (TBTO)

→ n-Butylzinnverbindungen

**Bithionol**

[97-18-7]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: –  
 Sens: SP

**Bitumen (Dampf und Aerosol bei der Heißverarbeitung)**

[8052-42-4; 64741-56-6/64742-93-4]

(Destillationsbitumen/Air-Rectified-Bitumen)

kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen

DD[hPa]: &lt;1

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1,5  
 Summe aus Dampf und einatembare Fraktion bezogen auf  
 Bitumenkondensat-Standard  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**Bitumen (Dampf und Aerosol bei der Heißverarbeitung)**

[64742-93-4]

(Oxidationsbitumen)

kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3B

Blausäure → Cyanwasserstoff

★ **Blei**

[7439-92-1]

Pb

und seine anorganischen  
Verbindungen (einatembare  
Fraktion)

außer Bleiarsenat und Bleichromat

vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,004 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: A  
 KanzKat: 4  
 KmutKat: 3A

Bleiarsenat → Arsen

Bleichromat → Chrom(VI)-Verbindungen

**Bleitetraethyl**

[78-00-2]

Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>

(als Pb berechnet)

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
vorliegen.

DD[hPa]: 0,35 bei 25°C

vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: B  
 Hautres: H

**Bleitetramethyl**

[75-74-1]

Pb(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>

(als Pb berechnet)

DD[hPa]: 30

vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: B  
 Hautres: H

Borax → Borsäure

**Boroxid**

[1303-86-2]

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Borsäure**

[10043-35-3]

und Tetraborate

– **Borsäure**

[10043-35-3]

B(OH)<sub>3</sub>

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 10 EBei gleichzeitigem Vorliegen von Borsäure und  
Tetraboraten gilt 0,75 mg Bor/m<sup>3</sup>Spzbg: I(1)  
SchwGr: B– **Dinatriumtetraborat-Pentahydrat**

[12179-04-3]

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 E  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

– **Tetraborate**

als Bor [7440-42-8]

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,75 E  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

**Bortrifluorid**

[7637-07-2]

BF<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Bowdichia nitida → Hölzer

Braunkohlenteere → Pyrolyseprodukte aus org. Material

### Brom

[7726-95-6]

Br<sub>2</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

2-Brom-2-(brommethyl)glutardinitril  
→ 2-Brom-2-(brommethyl)pentandinitril  
(1,2-Dibrom-2,4-dicyanbutan)

### 2-Brom-2-(brommethyl)pentandinitril (1,2-Dibrom-2,4-dicyanbutan)

[35691-65-7]

CN

BrCH<sub>2</sub>-CBr-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CN

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Sens: Sh

### Bromchlormethan

[74-97-5]

CH<sub>2</sub>BrCl

DD[hPa]: 147

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 3

### Bromchlortrifluorethan

→ 2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluorethan

### 2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluorethan

(Halothan)

BrClHC-CF<sub>3</sub>

[151-67-7]

DD[hPa]: 242

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 41  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: B

### Bromdichlormethan

[75-27-4]

CHBrCl<sub>2</sub>

Hautres: H  
KanzKat: 2  
KmutKat: 3B

### Bromelain

[9001-00-7]

vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

### Bromethan

[74-96-4]

H<sub>3</sub>C-CH<sub>2</sub>Br

DD[hPa]: 507

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2

### Brommethan

(Methylbromid)

CH<sub>3</sub>Br

[74-83-9]

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3,9  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C  
KanzKat: 3

### 2-Brom-2-nitropropan-1,3-diol

[52-51-7]

HOCH<sub>2</sub>-CBr(NO<sub>2</sub>)-CH<sub>2</sub>OH

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente und Korrosionsschutzmittelkomponente: siehe GefStoffV 2010, Anhang II (zu §16 Absatz 2), Nr. 4

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
Sens: Sh

Bromoform → Tribrommethan

### 1-Bromopropan

[106-94-5]

BrCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2

### Bromtrifluormethan (R13 B1)

[75-63-8]

BrCF<sub>3</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1000  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 6200  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: C

### Bromwasserstoff

[10035-10-6]

HBr

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 6,7  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: D

Brucit (Faserstaub) → Nemalith

Brya ebenus → Hölzer

**Buchenholzstaub**

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 1  
 Stäube epidemiologisch eindeutig krebserzeugend.  
 Verursachendes krebserzeugendes Prinzip derzeit noch nicht identifiziert.

**1,3-Butadien**

[106-99-0]  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

DD[hPa]: 2477  
 vgl. Abschn. XII  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 1  
 KmutKat: 2

Butadien dimer → Vinylcyclohexen

1,3-Butadiendiepoxid → Diepoxybutan

**Butan (beide Isomere)**

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1000  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2400  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: D

**– n-Butan**

[106-97-8]

**– Isobutan**

[75-28-5]



1,4-Butandicarbonsäure → Adipinsäure

**1,4-Butandioldiacrylat**

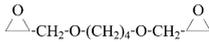
[1070-70-8]  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{OC}-\text{HC}=\text{CH}_2$

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**1,4-Butandioldiglycidylether**

[2425-79-8]

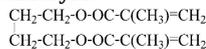


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**1,4-Butandioldimethacrylat**

[2082-81-7]



vgl. Abschn. IV

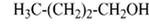
Sens: Sh

Butandion → Diacetyl

Butandisäure → Bernsteinsäure

**1-Butanol**

[71-36-3]

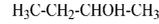


DD[hPa]: 6,3  
 vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 310  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

**2-Butanol**

[78-92-2]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

iso-Butanol → Isobutanol

**tert-Butanol**

[75-65-0]



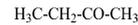
DD[hPa]: 40,8

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 62  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: C

Butanol-2-amin → 2-Aminobutanol

**2-Butanon**

(Methylethylketon)



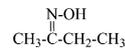
[78-93-3]

DD[hPa]: 105  
 vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 600  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

**Butanonoxim**

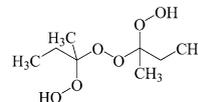
[96-29-7]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 2

**2-Butanonperoxid**

[1338-23-4]



vgl. Abschn. Xa

Butansulfon → 1,4-Butansulton

**1,4-Butansulton**

[1633-83-6]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**2,4-Butansulton**

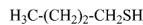
[1121-03-5]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

 $\delta$ -Butansulton → 1,4-Butansulton**1-Butanthiol**

[109-79-5]

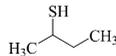


DD[hPa]: 40

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3,7  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 Sens: Sh

**★ 2-Butanthiol**

[513-53-1]



DD[hPa]: 108 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 Auch bei Einhaltung des MAK-Wertes sind im Einzelfall  
 „Geruchs-assoziierte“ Symptome nicht auszuschließen,  
 vgl. Abschn. I e)  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 7,5  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

**2-Butenal**[123-73-9;  
4170-30-3]

DD[hPa]: 25

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3  
 KmutKat: 3A

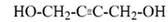
1,2-Butenoxid → 1,2-Epoxybutan

Butindiol → 2-Butin-1,4-diol

But-2-in-1,4-diol → 2-Butin-1,4-diol

**2-Butin-1,4-diol**

[110-65-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

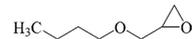
DD[hPa]:  $1,7 \times 10^{-3}$ 

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,36  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 Sens: Sh

Butoxydiethylenglykol → Butyldiglykol

**1-n-Butoxy-2,3-epoxypropan**

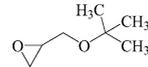
[2426-08-6]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3  
 KmutKat: 2

**1-tert-Butoxy-2,3-epoxypropan**

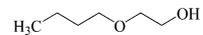
[7665-72-7]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3

**2-Butoxyethanol**

[111-76-2]

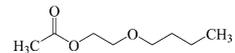
DD[hPa]: 0,8  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
 MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von  
 2-Butoxyethanol und 2-Butoxyethylacetat.  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 49  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

2-(2-Butoxyethoxy)ethanol → Butyldiglykol

**2-Butoxyethylacetat**

[112-07-2]



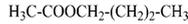
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,4  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
 MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von  
 2-Butoxyethanol und 2-Butoxyethylacetat.  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 66  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

**1-Butylacetat**

[123-86-4]

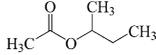


DD[hPa]: 13,3

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 480  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

**2-Butylacetat**

[105-46-4]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

iso-Butylacetat → Isobutylacetat

**tert-Butylacetat**

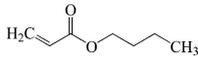
[540-88-5]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 96  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C

**n-Butylacrylat**

[141-32-2]

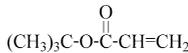


DD[hPa]: 5 bei 22,2°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 11  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 Sens: Sh

**tert-Butylacrylat**

[1663-39-4]



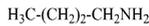
vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

Butylalkohol → 1-Butanol

**n-Butylamin**

[109-73-9]



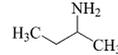
DD[hPa]: 122-128 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 6,1  
 Spzbg: I(2)  
 Ein Momentanwert von 5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 15 mg/m<sup>3</sup>  
 sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: C

iso-Butylamin → Isobutylamin

**sec-Butylamin**

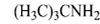
[13952-84-6]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 6,1  
 Spzbg: I(2)  
 Ein Momentanwert von 5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 15 mg/m<sup>3</sup>  
 sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: D

**tert-Butylamin**

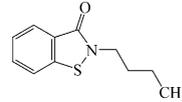
[75-64-9]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 6,1  
 Spzbg: I(2)  
 Ein Momentanwert von 5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 15 mg/m<sup>3</sup>  
 sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: D

**N-Butyl-1,2-benzisothiazolin-3-on**

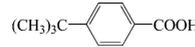
[4299-07-4]

DD[hPa]: 0,00015 bei 25°C  
vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sh

**p-tert-Butylbenzoesäure**

[98-73-7]

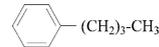


vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

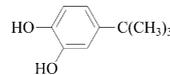
**n-Butylbenzol**

[104-51-8]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 56  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

Butylbenzylphthalat → Benzylbutylphthalat

**p-tert-Butylbrenzkatechin**[98-29-3;  
27213-78-1]

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

Butylcarbaminsäure-3-iod-2-propinylester  
→ 3-Iod-2-propinylbutylcarbammat

1-(Butylcarbamoyl)-2-benzimidazolcarbaminsäuremethylester → Benomyl

n-Butylchlorformiat  
→ Chlorameisensäurebutylester

### Butyldiglykol

[112-34-5]  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-O-(CH}_2\text{)}_2\text{-OH}$

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,027

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10

MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von Butyldiglykol und Butyldiglykolacetat.

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 67

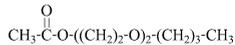
Spzbg: I(1,5)

SchwGr: C

Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

### Butyldiglykolacetat

[124-17-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,053

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10

MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von Butyldiglykol und Butyldiglykolacetat.

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 85

Spzbg: I(1,5)

SchwGr: C

2-Butyl-2,3-dihydrobenzothiazol-3-on

→ N-Butyl-1,2-benzisothiazolin-3-on

4-tert-Butyl-1,2-dihydroxybenzol

→ p-tert-Butylbrenzkatechin

1,2-Butylenoxid → 1,2-Epoxybutan

Butylglycidether

→ 1-n-Butoxy-2,3-epoxypropan

n-Butylglycidylether

→ 1-n-Butoxy-2,3-epoxypropan

tert-Butylglycidylether

→ 1-tert-Butoxy-2,3-epoxypropan

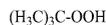
Butylglykol → 2-Butoxyethanol

Butylglykolacetat → 2-Butoxyethylacetat

Butylglykolat → Hydroxyessigsäurebutylester

### tert-Butylhydroperoxid

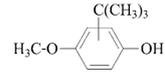
[75-91-2]



vgl. Abschn. Xa

### tert-Butyl-4-hydroxyanisol (BHA)

[25013-16-5]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $3,3 \times 10^{-3}$  bei 25°C

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 20 E

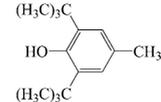
Spzbg: II(1)

SchwGr: C

KanzKat: 3

### Butylhydroxytoluol (BHT)

[128-37-0]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $3,9 \times 10^{-3}$  bei 25°C

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 10 E

Spzbg: II(4)

SchwGr: C

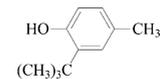
KanzKat: 4

4-tert-Butylcatechol

→ p-tert-Butylbrenzkatechin

### 2-tert-Butyl-p-kresol

[2409-55-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,02

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

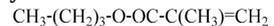
1-Butylmercaptan → 1-Butanthiol

sec-Butylmercaptan → 2-Butanthiol

tert-Butylmercaptan → 2-Methyl-2-propanthiol

### n-Butylmethacrylat

[97-88-1]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

tert-Butylmethylether → Methyl-tert-butylether

### tert-Butylperacetat

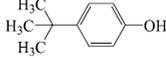
[107-71-1]



vgl. Abschn. Xa

**p-tert-Butylphenol (ptBP)**

[98-54-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,051 bei 25°C  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,080  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,5  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: D  
Hautres: H  
Sens: Sh

**p-tert-Butylphenol-Formaldehyd-Kondensationsprodukte**

(niedermolekulare)

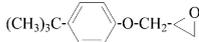
vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

p-tert-Butylphenyl-1-(2,3-epoxy)propylether  
→ p-tert-Butylphenylglycidylether

**p-tert-Butylphenylglycidylether**

[3101-60-8]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

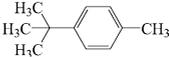
DD[hPa]: 2,5×10<sup>-4</sup>  
vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

2-tert-Butyl-6-(3-tert-butyl-2-hydroxy-5-methylphenyl)sulfanyl-4-methylphenol  
→ 2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol)

**p-tert-Butyltoluol**

[98-51-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,87  
vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

iso-Butylvinylether → Isobutylvinylether

**n-Butylzinnverbindungen**

(als Sn [7440-31-5])

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,004  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,02  
Spzbg: I(1)  
Sens: –  
Für n-Butylzinnverbindungen, deren organische Liganden mit „Sa“ oder „Sh“ markiert sind, gelten diese Markierungen ebenfalls.  
KanzKat: 4

## – Mono-n-butylzinnverbindungen

SchwGr: C

## – Di-n-butylzinnverbindungen

SchwGr: B

## – Tri-n-butylzinnverbindungen

SchwGr: B

## – Tetra-n-butylzinn

[1461-25-2]

SchwGr: C

**γ-Butyrolacton**

[96-48-0]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H

**Cadmium**

[7440-43-9]

Cd

und seine anorganischen Verbindungen (eintatembare Fraktion)

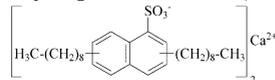
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 1  
KmutKat: 3A

Calciumarsenat → Arsen

**Calciumbis(dinonylnaphthalinsulfonat)**

[57855-77-3]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

Calciumcarbimid → Calciumcyanamid

Calciumchromat → Chrom(VI)-Verbindungen

**Calciumcyanamid**

[156-62-7]

CaCN<sub>2</sub>

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt  
 Hautres: H

**Calciumhydroxid**

[1305-62-0]

Ca(OH)<sub>2</sub>

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

Calciummolybdat → Molybdän

**Calcium-Natrium-Metaphosphat**

[23209-59-8]

x CaO · x Na<sub>2</sub>O · P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

(Faserstaub)

vgl. Abschn. III

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**Calciumoxid**

[1305-78-8]

CaO

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

Calciumpetroleumsulfonate

→ Petroleumsulfonate, Calcium-Salze  
(technisches Gemisch in Mineralöl)**Calciumsulfat**

(alveolengängige Fraktion)

CaSO<sub>4</sub>

Anhydrit [7778-18-9]

Hemihydrat [10034-76-1]

Dihydrat [10101-41-4]

Gips [13397-24-5]

vgl. Abschn. Vf und g

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1,5 A  
 SchwGr: C

**Calciumsulfat**

(einatembare Fraktion)

CaSO<sub>4</sub>

Anhydrit [7778-18-9]

Hemihydrat [10034-76-1]

Dihydrat [10101-41-4]

Gips [13397-24-5]

vgl. Abschn. Vf und g

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4 E  
 SchwGr: C

Calocedrus decurrens → Hölzer

Campher → Kampfer

Caprinalkohol → 1-Decanol

**ε-Caprolactam**

[105-60-2]

(Dampf und Staub)



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 1,4×10<sup>-3</sup>MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 E

Spzbg: I(2)

SchwGr: C

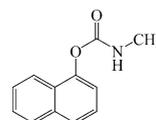
Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

n-Caprylalkohol → 1-Octanol

Carbaminsäureethylester → Ethylcarbamat

**Carbaryl**

[63-25-2]

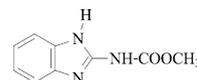
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 E

Spzbg: II(4)

Hautres: H

**Carbendazim**

[10605-21-7]

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 10 E

Spzbg: II(4)

SchwGr: B

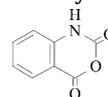
KmutKat: 5

Carbon Black → Industrieruße (Carbon Black)

Carbonylchlorid → Phosgen

**N-Carboxyanthranilsäureanhydrid**

[118-48-9]

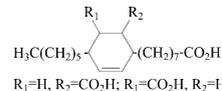


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**5(oder 6)-Carboxy-4-hexyl-2-cyclohexen-1-octansäure**

[53980-88-4]

R<sub>1</sub>=H, R<sub>2</sub>=CO<sub>2</sub>H; R<sub>1</sub>=CO<sub>2</sub>H, R<sub>2</sub>=H

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**Cellulasen**

vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

Ceylon Ebenholz (Diospyros ebenum)

→ Hölzer

Chinon → 1,4-Benzochinon

**Chlor**

[7782-50-5]

Cl<sub>2</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1,5  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

**Chloracetaldehyd**

[107-20-0]

ClCH<sub>2</sub>-CHO

DD[hPa]: 133

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**2-Chloracetamid**

[79-07-2]

Cl-CH<sub>2</sub>-CO-NH<sub>2</sub>

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh

Chloracetamid-N-methylol

→ N-Methylolchloracetamid

**Chloracetylchlorid**

[79-04-9]

ClCH<sub>2</sub>-COCl

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

**2-Chloracrylnitril**

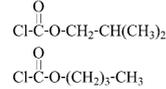
[920-37-6]

H<sub>2</sub>C=CClCN

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

γ-Chlorallylchlorid → 1,3-Dichlorpropen

1-(3-Chlorallyl)-3,5,7-triaza-1-azoniaadaman-tanchlorid → Methenamin-3-chlorallylchlorid

**Chlorameisensäurebutylester**[543-27-1;  
592-34-7]

DD[hPa]: 7

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1,1  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

**Chlorameisensäureethylester**

[541-41-3]

Cl-COO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

DD[hPa]: 54

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**Chlorameisensäuremethylester**

[79-22-1]



DD[hPa]: 137

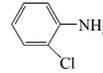
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,78  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

4-Chlor-2-aminotoluol → 5-Chlor-o-toluidin

5-Chlor-2-aminotoluol → 4-Chlor-o-toluidin

**o-Chloranilin**

[95-51-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

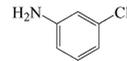
DD[hPa]: 0,13

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

**m-Chloranilin**

[108-42-9]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,031

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh

**p-Chloranilin**

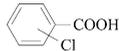
[106-47-8]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,036 bei 26°C

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
Sens:	Sh
KanzKat:	2

**Chlorbenzoesäure (alle Isomere)**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,0031 bei 25°C (berechneter Wert)

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

– **o-Chlorbenzoesäure**  
[118-91-2]

– **m-Chlorbenzoesäure**  
[535-80-8]

– **p-Chlorbenzoesäure**  
[74-11-3]

**Chlorbenzol**

[108-90-7]



DD[hPa]: 12

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	5
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	23
Spzbg:	II(2)
SchwGr:	C

**4-Chlorbenzotrichlorid**

[5216-25-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,2

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2

p-Chlorbenzotrichlorid

→ 4-Chlorbenzotrichlorid

Chlorbrommethan → Bromchlormethan

2-Chlor-1,3-butadien → Chloropren

**Chlorcyan**

[506-77-4]

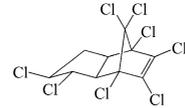
CNCI

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

**Chlordan**

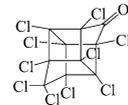
[57-74-9]



MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,5 E
Spzbg:	II(8)
Hautres:	H
KanzKat:	3

**Chlordecon**

[143-50-0]



MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2

**1-Chlor-1,1-difluoethan (R 142 b)**

[75-68-3]

ClF<sub>2</sub>C-CH<sub>3</sub>

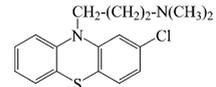
MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	1000
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	4200
Spzbg:	II(8)
SchwGr:	D

Chlordifluormethan → Monochlordifluormethan  
(R 22)

2-Chlor-2-(difluormethoxy)-1,1,1-trifluoethan  
→ Isofluran

**2-Chlor-10-(3-(dimethylamino)propyl)phenothiazin (Chlorpromazin)**

[50-53-3]



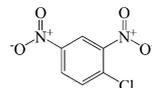
vgl. Abschn. IV

Sens: SP

Chlordimethylether → Monochlordimethylether

**1-Chlor-2,4-dinitrobenzol**

[97-00-7]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Chlordioxid**

[10049-04-4]

ClO<sub>2</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,28  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: D

**1-Chlor-2,3-epoxypropan**

(Epichlorhydrin)

[106-89-8]

vgl. Abschn. XII



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3B

Chloressigsäureamid → 2-Chloracetamid

**Chloressigsäuremethylester**

[96-34-4]

Cl-CH<sub>2</sub>-CO-OCH<sub>3</sub>

DD[hPa]: ~7

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4,5  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C  
 Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt  
 Hautres: H  
 Sens: Sh

Chloressigsäure → Monochloressigsäure

**Chlorethan**

[75-00-3]

H<sub>3</sub>C-CH<sub>2</sub>Cl

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**2-Chlorethanol**

[107-07-3]

ClCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>OH

DD[hPa]: 7

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 6,7  
 Spzbg: II(1)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

**Chlorfluormethan**

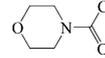
[593-70-4]

CH<sub>2</sub>ClF

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

**N-Chlorformylmorpholin**

[15159-40-7]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,4

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

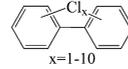
**2-Chlor-N-hydroxymethylacetamid**

→ N-Methylolchloracetamid

N-(((3R)-5-Chlor-8-hydroxy-3methyl-1-oxo-7-isochromanyl)carbonyl)-3-phenyl-L-alanin → Ochratoxin A

**Chlorierte Biphenyle**

[53469-21-9]



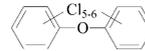
Chlorierte Biphenyle bilden eine Gruppe von Verbindungen mit unterschiedlichem Grad und Ort der Chlorsubstitution, an Arbeitsplätzen treten häufig mehrere dieser Stoffe parallel auf. Chlorierte Biphenyle mit geringem Chloranteil (bis zu 5 Chloratome) können als Partikel-Dampf-Gemisch auftreten, während chlorierte Biphenyle mit hohem Chloranteil ausschließlich als Partikel auftreten.

vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,003 E  
 (PCB 28 + PCB 52 + PCB 101 + PCB 138 + PCB 153 + PCB 180) x 5  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: B  
 Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C siehe BAT-Addendum; siehe auch Abschnitt XII  
 Hautres: H  
 KanzKat: 4  
 KmutKat: 5

**Chlorierte Diphenyloxide versch. CAS-Nr.**

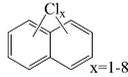
[55720-99-5]



Chlorierte Diphenyloxide bilden eine Gruppe von Verbindungen mit unterschiedlichem Grad und Ort der Chlorsubstitution. Chlorierte Diphenyloxide mit geringem Chloranteil können als Partikel-Dampfgemisch auftreten, während chlorierte Diphenyloxide mit hohem Chloranteil ausschließlich als Partikel auftreten.

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

**Chlorierte Naphthaline**

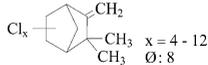
Chlorierte Naphthaline bilden eine Gruppe von Verbindungen mit unterschiedlichem Grad und Ort der Chlorsubstitution. Chlorierte Naphthaline mit geringem Chloranteil können als Partikel-Dampfgemisch auftreten, während chlorierte Naphthaline mit hohem Chloranteil ausschließlich als Partikel auftreten.

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H

**Chloriertes Camphen**

[8001-35-2]

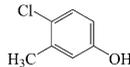


MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2

Chlorit → Talk

**p-Chlor-m-kresol**

[59-50-7]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,067

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Sens:	Sh

**Chlormethan**

[74-87-3]



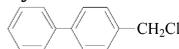
DD[hPa]: 5733 bei 25°C

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	10
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	21
Spzbg:	II(1)
SchwGr:	D

3-Chlor-6-methylanilin → 5-Chlor-o-toluidin

**4-Chlormethylbiphenyl**

[1667-11-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

**5-Chlor-2-methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on und 2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on**

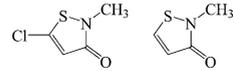
[26172-55-4;

2682-20-4]

Gemisch im

Verhältnis 3:1

vgl. Abschn. Xc



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,2 E

Spzbg: I(2)

SchwGr: C

Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

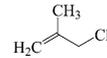
Sens: Sh

Chlormethyl-methylether

→ Monochlordimethylether

**3-Chlor-2-methylpropen**

[563-47-3]



DD[hPa]: 140

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

KanzKat: 3

**1-Chlor-2-nitrobenzol**

[88-73-3]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,43

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

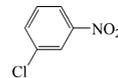
SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 3

**1-Chlor-3-nitrobenzol**

[121-73-3]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,129 bei 25°C

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

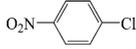
Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

**1-Chlor-4-nitrobenzol**

[100-00-5]



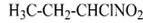
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,085

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	3

**1-Chlor-1-nitropropan**

[600-25-9]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

**Chloroform**

[67-66-3]



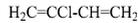
DD[hPa]: 211

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,5
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	2,5
Spzbg:	II(2)
SchwGr:	C
Hautres:	H
KanzKat:	4

Chlorophora excelsa → Hölzer

**Chlorpropen**

[126-99-8]



DD[hPa]: 267

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2

**Chlorparaffine**

[63449-39-8]



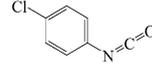
n = 1–28  
20–70% Cl

unverzweigt, verschiedene CAS-Nr., z.B. [63449-39-8]  
Chlorparaffine bilden eine Gruppe von Verbindungen mit unterschiedlichem Grad und Ort der Chlorsubstitution.  
Chlorparaffine mit geringem Chloranteil und kurzer Kettenlänge können als Partikel-Dampfgemisch auftreten, während Chlorparaffine mit hohem Chloranteil bzw. mit langen Alkylketten ausschließlich als Partikel auftreten.

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
KanzKat:	3

**4-Chlorphenylisocyanat**

[104-12-1]



MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
KanzKat:	3

**4-Chlorphenylisocyanursäure**

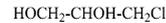
→ 4-Chlorphenylisocyanat

Chlorpikrin → Trichlornitromethan

Chlorpromazin → 2-Chlor-10-(3-(dimethylamino)propyl)phenothiazin (Chlorpromazin)

**3-Chlor-1,2-propandiol**

[96-24-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,27

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,005
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,023
Spzbg:	II(8)
SchwGr:	D
Hautres:	H
KanzKat:	3

3-Chlor-1-propen → 3-Chlorpropen

**3-Chlorpropen**

[107-05-1]

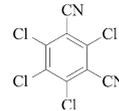


DD[hPa]: 393

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	3

**Chlorthalonil**

[1897-45-6]



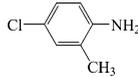
DD[hPa]: &lt;0,013 bei 40°C

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Sens:	Sh

**4-Chlor-o-toluidin**

[95-69-2]



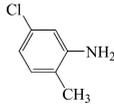
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,055 bei 25°C (berechneter Wert)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 1  
 KmutKat: 3A

**5-Chlor-o-toluidin**

[95-79-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

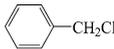
DD[hPa]: 0,45

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**α-Chlortoluol**

[100-44-7]

s. auch α-Chlortoluole



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**α-Chlortoluole:****Gemisch aus α-Chlortoluol [100-44-7],****α,α-Dichlortoluol [98-87-3],****α,α,α-Trichlortoluol [98-07-7]****und Benzoylchlorid [98-88-4]**

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 1

1-Chlor-2,2,2-trifluorethyl-difluormethylether  
 → Isofluran

**2-Chlor-1,1,2-trifluorethyl-difluormethylether (Enfluran)**

[13838-16-9]

HF<sub>2</sub>C-O-CF<sub>2</sub>-CHFCl

DD[hPa]: 232

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 150  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C

**Chlortrifluorid**

[7790-91-2]

ClF<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Chlortrifluormethan**

[75-72-9]

CClF<sub>3</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1000  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4300  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: D

**Chlorwasserstoff**

[7647-01-0]

HCl

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3,0  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

Chromgelb → Bleichromat

**Chromhexacarbonyl**

[13007-92-6]

Cr(CO)<sub>6</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Chrom(III)-Verbindungen**

vgl. Abschn. IIb und XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sh

Gilt nicht für Chrom(III)-oxid und vergleichbar schwerlösliche Chrom(III)-Verbindungen.

**Chrom(VI)-Verbindungen**

(einatembare Fraktion)

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

keine H-Markierung für Barium-, Blei-, Strontium- und Zinkchromat

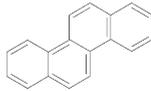
Sens: Sh

keine Sh-Markierung für Barium- und Bleichromat

KanzKat: 1  
 KmutKat: 2

**Chrysen**

[218-01-9]



vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

Chrysotil (Faserstaub) → Asbest

Chymotrypsin → Trypsin und Chymotrypsin

C.I. Pigment Gelb 34 → Bleichromat

C.I. Pigment Rot 104 → Bleichromat

**Cobalt**

[7440-48-4]

und Cobaltverbindungen (einatembare Fraktion)  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sah  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3A

– **Cobaltmetall**

[7440-48-4] Co

– **Cobalt(II)carbonat**[513-79-1] CoCO<sub>3</sub>– **Cobalt(II)oxid**

[1307-96-6] CoO

– **Cobalt(II,III)oxid**[1308-06-1] Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>– **Cobalt(II)sulfat·7 H<sub>2</sub>O**[10026-24-1] CoSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O  
und vergleichbare lösliche Salze– **Cobalt(II)sulfid**

[1317-42-6] CoS

**Cobaltlegierungen**

Sens: –  
 Für Cobaltlegierungen, aus denen Cobalt bioverfügbar ist,  
 siehe Cobalt und Cobaltverbindungen.

Cobalt → Hartmetall, Wolframcarbid- und Cobalt-haltig

Cocobolo (Dalbergia retusa) → Hölzer

Cocusholz (Brya ebenus) → Hölzer

**Colophonium**

[8050-09-7]

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh  
 Ein immunologischer Mechanismus für das auf  
 Colophonium-haltige Arbeitsstoffe öfter beobachtete  
 Asthma ist nicht gesichert.

Coromandel, Diospyros-Arten → Hölzer

Cristobalit → Siliciumdioxid, kristallin

Crotonaldehyd → 2-Butenal

Cu-HDO

→ N-Cyclohexylhydroxydiazin-1-oxid,  
Kupfersalz (Cu-HDO)

Cumol → Isopropylbenzol (Cumol)

Cumolhydroperoxid → α,α-Dimethylbenzyl-  
hydroperoxid**Cyanacrylsäureethylester**

[7085-85-0]

H<sub>2</sub>C=CCN-CO-OCH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Cyanacrylsäuremethylester**

[137-05-3]

H<sub>2</sub>C=CCN-CO-OCH<sub>3</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 9,2  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: D

**Cyanamid**

[420-04-2]

H<sub>2</sub>N-CNDer Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
vorliegen.

DD[hPa]: 0,005

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,35  
 Spzbg: II(1)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 Sens: Sh

2-Cyan-2,2-dibromacetamid

→ 2,2-Dibrom-2-cyanacetamid

Cyan(4-fluor-3-phenoxyphenyl)  
methyl-3-(2,2-dichlorethenyl)-2,2-dimethyl-  
cyclopropancarboxylat → Cyfluthrin

Cyanguanidin → Dicyandiamid

**Cyanide**

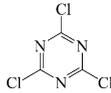
(als CN berechnet)

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
 Spzbg: II(1)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

Cyanogen → Oxalsäuredinitril

**Cyanurchlorid**

[108-77-0]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,001  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,0076  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C  
 Sens: Sh

**Cyanwasserstoff**

[74-90-8]

HCN

DD[hPa]: 800

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1,9  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2,1  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

**Cyclohexan**

[110-82-7]

DD[hPa]: 104  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 700  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: D

1,2-Cyclohexandicarbonsäureanhydrid  
→ Hexahydrophthalsäureanhydrid**Cyclohexanol**

[108-93-0]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

**Cyclohexanon**

[108-94-1]

DD[hPa]: 5  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

Cyclohexanonperoxid → 1-Hydroxy-1'-hydroperoxydicyclohexylperoxid

**Cyclohexen**

[110-83-8]

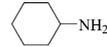


vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Cyclohexylamin**

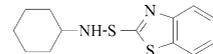
[108-91-8]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 8,2  
 Spzbg: I(2)  
 Ein Momentanwert von 5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 21 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: C

**N-Cyclohexyl-2-benzothiazolsulfenamid**

[95-33-0]

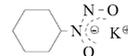


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**N-Cyclohexylhydroxydiazen-1-oxid, Kaliumsalz (K-HDO)**

[66603-10-9]

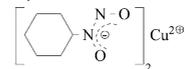


vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 10 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

**N-Cyclohexylhydroxydiazen-1-oxid, Kupfersalz (Cu-HDO)**

[15627-09-5]

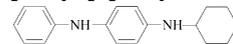


vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05 A  
 entsprechend 0,01 mg Cu/m<sup>3</sup>  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

N-Cyclohexyl-N'-phenyl-1,4-benzoldiamin  
→ N-Cyclohexyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin**N-Cyclohexyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin**

[101-87-1]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**1,3-Cyclopentadien**

[542-92-7]

DD[hPa]: 451  
vgl. Abschn. IIbMAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –**Cyclopenta[cd]pyren**

[27208-37-3]



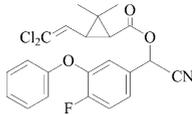
vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2  
KmutKat: 3B

Cyclotetramethylenoxid → Tetrahydrofuran

**Cyfluthrin**

[68359-37-5]

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,01 E  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: C

β-Cyfluthrin → Cyfluthrin

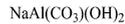
2,4-D → 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)

Dalapon → 2,2-Dichlorpropionsäure

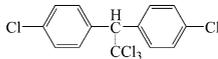
Dalbergia-Arten → Hölzer

**Dawsonit**

[12011-76-6]

(Faserstaub)  
vgl. Abschn. IIIMAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 2**DDT (1,1,1-Trichlor-2,2-bis(4-chlorphenyl)-ethan)**

[50-29-3]

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E  
Spzbg: II(8)  
Hautres: H

DDVP → Dichlorvos

Decaboran → Dekaboran

Decachlorpentacyclo-[5.2.1.0<sup>2-6</sup>.0<sup>3-9</sup>.0<sup>5-8</sup>]-  
decan-4-on → Chlordecon

Decachlortetracyclodecanon → Chlordecon

**Decahydronaphthalin**

[91-17-8]

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
vorliegen.

DD[hPa]: 3,07

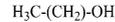
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 29  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: D

Decalin → Decahydronaphthalin

1,10-Decandisäure → Sebacinsäure

**1-Decanol**

[112-30-1]

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
vorliegen.

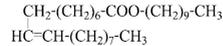
vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 66  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: C

Decyl-9-octadecenoat → n-Decyloleat

**n-Decyloleat**

[3687-46-5]



vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A  
Spzbg: II(4)  
SchwGr: D

iso-Decyloleat → Isodecyloleat

DEHP → Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)

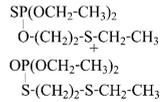
**Dekaboran**

[17702-41-9]

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,05  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,25  
Spzbg: II(2)  
Hautres: H

**Demeton**

[8065-48-3]



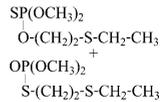
siehe Abschn. XII, BAT-Werte-Liste,  
Acetylcholinesterasehemmer.

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H

**Demetonmethyl**

[8022-00-2]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4,8  
Spzbg: II(2)  
Hautres: H

**Desfluran**

[57041-67-5]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

**Destillate (Erdöl)**

[64742-47-8]

mit Wasserstoff behandelte leichte (Dampf)

DD[hPa]: 0,6

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 350  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C  
KanzKat: 3

**Destillate (Erdöl)**

[64742-47-8]

mit Wasserstoff behandelte leichte (Aerosol)

DD[hPa]: 0,6

vgl. Abschn. Xc

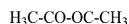
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A  
Spzbg: II(4)  
SchwGr: C  
KanzKat: 3

**Diacetonalkohol**

→ 4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on

**Diacetyl**

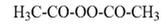
[431-03-8]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,02  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,071  
Spzbg: II(1)  
SchwGr: C  
Hautres: H  
Sens: Sh  
KanzKat: 3

**Diacetylperoxid**

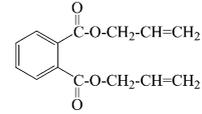
[110-22-5]



vgl. Abschn. Xa

**Diallylphthalat**

[131-17-9]

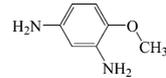


vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

**2,4-Diaminoanisol**

[615-05-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
vorliegen.

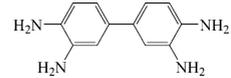
DD[hPa]: 0,063 (berechneter Wert)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2

**3,3'-Diaminobenzidin und sein Tetrahydrochlorid**

[91-95-2;

7411-49-6]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

1,2-Diaminobenzol → o-Phenylendiamin

1,3-Diaminobenzol → m-Phenylendiamin

1,4-Diaminobenzol → p-Phenylendiamin

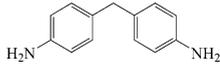
4,4'-Diamino-3,3'-dichlordiphenylmethan  
→ 4,4'-Methylenbis(2-chloranilin) (MOCA)

4,4'-Diaminodiphenyl → Benzidin

4,4'-Diaminodiphenylether → 4,4'-Oxydianilin

**4,4'-Diaminodiphenylmethan**

[101-77-9]



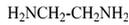
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
Sens:	Sh
KanzKat:	2

4,4'-Diaminodiphenylsulfid → 4,4'-Thiodianilin

**1,2-Diaminoethan**

[107-15-3]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Sens:	Sah

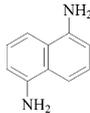
3,8-Diamino-5-ethyl-6-phenylphenanthridiniumbromid → Ethidiumbromid

1,3-Diamino-4-methylbenzol

→ 2,4-Toluyldiamin

**1,5-Diaminonaphthalin**

[2243-62-1]



MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
Sens:	Sh
KanzKat:	2

2,4-Diaminotoluol → 2,4-Toluyldiamin

Diammoniumperoxidsulfat

→ Ammoniumpersulfat

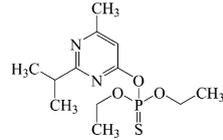
Dian → Bisphenol A

o-Dianisidin → 3,3'-Dimethoxybenzidin

Diazendicarboxamid → Azodicarbonamid

**Diazinon**

[333-41-5]



MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,1 E
Spzbg:	II(2)
SchwGr:	C
Hautres:	H

**Diazomethan**

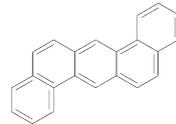
[334-88-3]



MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
KanzKat:	2

**Dibenzo[a,h]anthracen**

[53-70-3]



vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	3A

**Dibenzo[a,e]pyren**

[192-65-4]



vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	3B

**Dibenzo[a,h]pyren**

[189-64-0]

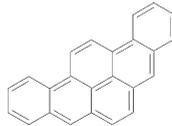


vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	3B

**Dibenzo[a,i]pyren**

[189-55-9]

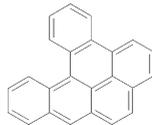


vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	3B

**Dibenzo[a,l]pyren**

[191-30-0]



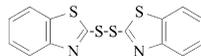
vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	3B

Dibenzo-1,4-thiazin → Phenothiazin

**Dibenzothiazylsulfid**

[120-78-5]

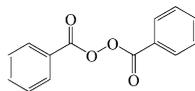


vgl. Abschn. IV

Sens:	Sh
-------	----

**Dibenzoylperoxid**

[94-36-0]

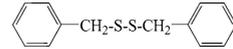


vgl. Abschn. Xa

MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	5 E
Spzbg:	I(1)

**Dibenzylsulfid**

[150-60-7]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

**Diboran**

[19287-45-7]

H<sub>3</sub>B-BH<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

**1,2-Dibrom-3-chlorpropan**

[96-12-8]

H<sub>2</sub>CCl-CHBr-CH<sub>2</sub>Br

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	2

**2,2-Dibrom-2-cyanacetamid**

[10222-01-2]

H<sub>2</sub>N-CO-CBr<sub>2</sub>-C<sup>n</sup>N

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Sens:	Sh

**1,2-Dibrom-2,4-dicyanbutan**→ 2-Brom-2-(brommethyl)pentandinitril  
(1,2-Dibrom-2,4-dicyanbutan)**Dibromdifluormethan**

[75-61-6]

CBr<sub>2</sub>F<sub>2</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

**1,2-Dibromethan**

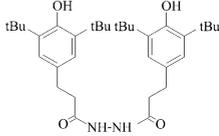
[106-93-4]

BrH<sub>2</sub>CH-CH<sub>3</sub>Br

DD[hPa]: 15

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2

**3-(3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-N'-[3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propanoyl]propanhydrazid**  
[32687-78-8]

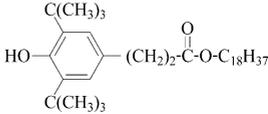


vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

**3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxyphenylpropion-säureoctadecylester**

[2082-79-3]



DD[hPa]: 2,5×10<sup>-9</sup>  
vgl. Abschn. Xc

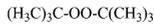
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 20 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C

**3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxytoluol**  
→ Butylhydroxytoluol (BHT)

**N,N-Di-n-butylnitrosamin**  
→ N-Nitrosodi-n-butylamin

**Di-tert-butylperoxid**

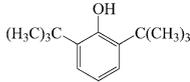
[110-05-4]



vgl. Abschn. Xa

**2,6-Di-tert-butylphenol**

[128-39-2]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

**Di-n-butylphosphat**

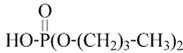
[107-66-4]

und seine  
technischen  
Gemische

DD[hPa]: 7,4×10<sup>-5</sup>

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3



Dibutylphosphit → Di-n-butylphosphonat

**Di-n-butylphosphonat**

[1809-19-4]

s. auch

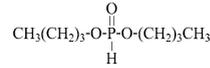
Di-n-octyl-  
phosphonat

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 3,2×10<sup>-7</sup> bei 25°C (berechneter Wert)

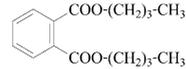
vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –



**Di-n-butylphthalat**

[84-74-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 1,6×10<sup>-4</sup>

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,05  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,58  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C  
KanzKat: 3

Dicarbamoyldiimid → Azodicarbonamid

**Dicarbonsäureanhydride**

vgl. Abschn. IVe

**Dicarbonsäure(C4–C6)-dimethylester,**

**Gemisch**

[95481-62-2]

16,5% Adipinsäuredimethylester,

16,9% Bernsteinsäuredimethylester,

66,6% Glutarsäuredimethylester

(Reinheit > 99,5%)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,75  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: C

**Dichloracetylen**

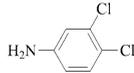
[7572-29-4]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 2

**3,4-Dichloranilin**

[95-76-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $1,84 \times 10^{-3}$ 

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

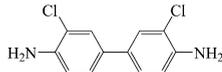
SchwGr: –

Hautres: H

Sens: Sh

**3,3'-Dichlorbenzidin**

[91-94-1]

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 2

**1,2-Dichlorbenzol**

[95-50-1]



DD[hPa]: 1,33

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 61

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

Hautres: H

**1,3-Dichlorbenzol**

[541-73-1]

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 12

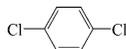
Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

**1,4-Dichlorbenzol**

[106-46-7]



DD[hPa]: 2,3 bei 25°C

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 12

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Hautres: H

KanzKat: 4

o-Dichlorbenzol → 1,2-Dichlorbenzol

m-Dichlorbenzol → 1,3-Dichlorbenzol

p-Dichlorbenzol → 1,4-Dichlorbenzol

3,4-Dichlorbenzolanilin → 3,4-Dichloranilin

**1,4-Dichlor-2-buten**

[764-41-0]

ClCH<sub>2</sub>-CH=CH-CH<sub>2</sub>ClMAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 2

KmutKat: 3A

**2,2'-Dichlor-diethylether**

[111-44-4]

ClCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>ClMAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 59

Spzbg: I(1)

Hautres: H

**2,2'-Dichlor-diethylsulfid**

[505-60-2]

ClCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-S-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>ClMAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 1

**Dichlordifluormethan (R 12)**

[75-71-8]

CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1000MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5000

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Dichlordimethylether → Bis(chlormethyl)ether

 $\alpha,\alpha$ -Dichlordimethylether → Bis(chlormethyl)ether**Dichloressigsäure**

[79-43-6]

HOOC-CHCl<sub>2</sub>

und ihre Salze

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,19

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,2MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1,1Salze: 1,1 mg/m<sup>3</sup> als Säure

Spzbg: I(1)

SchwGr: D

Hautres: H

H-Markierung gilt nicht für die Säure

KanzKat: 4

**1,1-Dichlorethan**[75-34-3]  $\text{H}_3\text{C-CHCl}_2$ 

DD[hPa]: 240

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 210  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**1,2-Dichlorethan**[107-06-2]  $\text{ClH}_2\text{C-CH}_2\text{Cl}$ 

DD[hPa]: 87

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**1,1-Dichlorethen**[75-35-4]  $\text{H}_2\text{C=CCl}_2$ 

DD[hPa]: 667

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 8,0  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 3

**1,2-Dichlorethen sym.**

[540-59-0]

(cis-

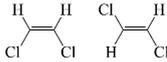
[156-59-2]

und trans-

[156-60-5])

DD[hPa]: 220

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 800  
 Spzbg: II(2)



Dichlorethin → Dichloracetylen

1,2-Dichlorethylen → 1,2-Dichlorethen sym.

1,2-Dichlorethylmethylether

→ 1,2-Dichlormethoxyethan

 $\alpha,\beta$ -Dichlorethylmethylether

→ 1,2-Dichlormethoxyethan

**Dichlorfluormethan (R 21)**[75-43-4]  $\text{CHCl}_2\text{F}$ 

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 43  
 Spzbg: II(2)

 $\alpha$ -Dichlorhydrin → 1,3-Dichlor-2-propanol**Dichlormethan**[75-09-2]  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 

DD[hPa]: 475

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
 siehe Definition der Kanzerogenitätskategorie 5 und  
 jeweilige Begründung  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 180  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: B  
 Hautres: H  
 KanzKat: 5

**1,2-Dichlormethoxyethan**[41683-62-9]  $\text{H}_2\text{CCl-CHCl-OCH}_3$ 

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

2,2'-Dichlor-N-methyl-diethylamin

→ N-Methyl-bis(2-chlorethyl)amin

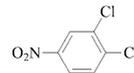
2,2'-Dichlor-4,4'-methylendianilin

→ 4,4'-Methylenbis(2-chloranilin) (MOCA)

Dichlornaphthaline → Chlorierte Naphthaline

**1,2-Dichlor-4-nitrobenzol**

[99-54-7]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,02 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

3,4-Dichlornitrobenzol

→ 1,2-Dichlor-4-nitrobenzol

**1,1-Dichlor-1-nitroethan**[594-72-9]  $\text{H}_3\text{C-CCl}_2\text{NO}_2$ 

vgl. Abschn. IIb

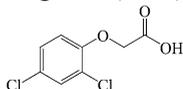
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

4-(2,4-Dichlorphenoxy)benzolamin

→ Aminofen

**2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)**

[94-75-7]  
(einschl. Salze  
und Ester)



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C  
Hautres: H

**1,2-Dichlorpropan**

[78-87-5]



DD[hPa]: 66,2 bei 25°C  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 1

**1,3-Dichlor-2-propanol**

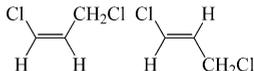
[96-23-1]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2

**1,3-Dichlorpropen**

(cis- und  
trans-)  
[542-75-6]



DD[hPa]: 40

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
Sens: Sh  
KanzKat: 2

**2,2-Dichlorpropionsäure**

[75-99-0]

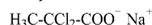


vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

**2,2-Dichlorpropionsäure, Natriumsalz**

[127-20-8]

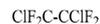


vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

**1,2-Dichlor-1,1,2,2-tetrafluorethan (R 114)**

[76-14-2]

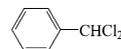


MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1000  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 7100  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: D

 **$\alpha,\alpha$ -Dichlortoluol**

[98-87-3]

s. auch  $\alpha$ -Chlortoluole



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,5

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2

**1,1-Dichlor-2,2,2-trifluorethan**

→ 2,2-Dichlor-1,1,1-trifluorethan (R 123)

**2,2-Dichlor-1,1,1-trifluorethan (R 123)**

[306-83-2]



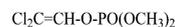
DD[hPa]: 13,2

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

(2,2-Dichlorvinyl)dimethylphosphat  
→ Dichlorvos

**Dichlorvos**

[62-73-7]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,11  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C

Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

Hautres: H

Dicyan → Oxalsäuredinitril

**Dicyandiamid**

[461-58-5]



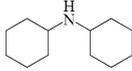
DD[hPa]:  $2,3 \times 10^{-3}$

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

**Dicyclohexylamin**

[101-83-7]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung von N-Nitrosodicyclohexylamin führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

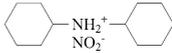
DD[hPa]: 0,04 bei 25°C

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H

**Dicyclohexylamininitrit**

[3129-91-7]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

**Dicyclohexylcarbodiimid**

[538-75-0]

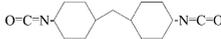


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**4,4'-Dicyclohexylmethandiisocyanat**

[5124-30-1]

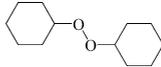


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Dicyclohexylperoxid**

[1758-61-8]



vgl. Abschn. Xa

**Dicyclopentadien**

[77-73-6]



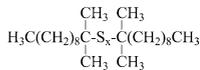
MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,5
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	2,7
Spzbg:	I(1)
SchwGr:	D

**Di-tert-dodecyl-pentasulfid und Di-tert-dodecyl-polysulfid**

[31565-23-8;

68583-56-2;

68425-15-0]



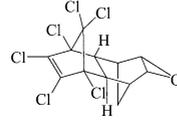
- 1) 31565-23-8: x = 5
- 2) 68583-56-2: x = 2-8

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	5 A
Spzbg:	II(4)
SchwGr:	C

**Dieldrin (HEOD)**

[60-57-1]

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,25 E

Spzbg: II(8)

Hautres: H

**Diepoxybutan**

[1464-53-5]



KmutKat: 2

**1,3-Di-(2,3-epoxy-propoxy)benzol**

→ Diglycidylresorcinether

**Dieselmotor-Emissionen**

Aufgrund der neuen Technologie der Dieselmotoren haben sich die Emissionen qualitativ und quantitativ erheblich geändert. Da man davon ausgehen muss, dass erst Ende der 90er Jahre diese neuen Dieselmotoren eingesetzt wurden, beruhen alle vorliegenden epidemiologischen Studien, die 2007 bewertet wurden, auf Expositionen gegen ältere Dieselmotoremissionen. Eine Bewertung der neuen Dieselmotoremissionen kann erst bei Vorliegen geeigneter Studien erfolgen.

vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

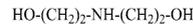
Spzbg: –

SchwGr: –

KanzKat: 2

**Diethanolamin**

[111-42-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodiethanolamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

DD[hPa]:  $2 \times 10^{-4}$ MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E

Spzbg: I(1)

SchwGr: C

Hautres: H

Sens: Sh

KanzKat: 3

**N,N-Diethanolnitrosamin**

→ N-Nitrosodiethanolamin

**Diethylamin**[109-89-7] (H<sub>3</sub>C-CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>NH

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodiethylamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

DD[hPa]: 253

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 6,1

Spzbg: I(2)

Ein Momentanwert von 5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 15 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: D

Hautres: H

**★ 2-Diethylaminoethanol**[100-37-8] (H<sub>3</sub>C-CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>OH

DD[hPa]: 2 hPa bei 22,4 °C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 9,7

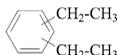
Spzbg: I(1)

Ein Momentanwert von 5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 24 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: C

**Diethylbenzol**

(alle Isomere)

– **Diethylbenzol, Gemisch [25340-17-4]****1,3-Diethylbenzol [141-93-5]****1,4-Diethylbenzol [105-05-5]**MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5

Neben dem MAK-Wert für das Gemisch ist auch der MAK-Wert für 1,2-Diethylbenzol einzuhalten.

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 28

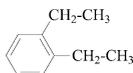
Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Hautres: H

– **1,2-Diethylbenzol**

[135-01-3]

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5,6

Spzbg: II(8)

SchwGr: C

Hautres: H

**Diethylcarbamidsäurechlorid**[88-10-8] (H<sub>3</sub>C-CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N-CO-Cl

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,96 bei 25°C (berechneter Wert)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

KanzKat: 3

Diethyldithiocarbaminsäurenatriumsalz

→ Natriumdiethyldithiocarbamat

Diethyldiooxid → 1,4-Dioxan

**Diethylenglykol**[111-46-6] HO-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-O-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-OH

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,027

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 44

Spzbg: II(4)

SchwGr: C

Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

**Diethylenglykoldiacrylat**[4074-88-8] (CH<sub>2</sub>C=CH-COO-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>O

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Diethylenglykoldimethacrylat**[2358-84-1] O-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-O-OC-C(CH<sub>3</sub>)=CH<sub>2</sub>  
(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-O-OC-C(CH<sub>3</sub>)=CH<sub>2</sub>

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Diethylenglykoldimethylether**[111-96-6] H<sub>3</sub>C-O-[(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-O]<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

DD[hPa]: 0,6

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5,6

Spzbg: II(8)

SchwGr: B

Hautres: H

**Diethylenglykoldinitrat**[693-21-0] O((CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-ONO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

Diethylenglykolmonobutylether

→ Butyldiglykol

Diethylenglykolmonoethylether

→ Ethyldiglykol

Diethylenoxid → Tetrahydrofuran

Diethylenoxid → Morpholin

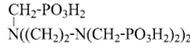
**Diethylentriamin**[111-40-0] (H<sub>2</sub>N-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>NH

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Diethyltriaminpentakis(methylenphosphonsäure)**

[15827-60-8]  
und ihre Natriumsalze  
[22042-96-2]



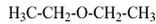
vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

Diethylethanolamin → 2-Diethylaminoethanol

**Diethylether**

[60-29-7]

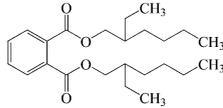


DD[hPa]: 587

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 400  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1200  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: D

**Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)**

[117-81-7]



DD[hPa]:  $8,6 \times 10^{-6}$

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C  
Hautres: H  
KanzKat: 4

N,N-Diethyl-2-hydroxyethylamin

→ 2-Diethylaminoethanol

O,O-Diethyl-O-(4-nitrophenyl)thiophosphat

→ Parathion

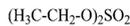
N,N-Diethylnitrosamin

→ N-Nitrosodiethylamin

Diethyloxid → Diethylether

**Diethylsulfat**

[64-67-5]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2  
KmutKat: 2

Difluordibrommethan → Dibromdifluormethan

**1,1-Difluorethen (R 1132a)**

[75-38-7]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

1,1-Difluorethylen → 1,1-Difluorethen (R 1132a)

2-Difluormethyl-1,2,2,2-tetrafluorethylether  
→ Desfluran

Difluormonochlorethan

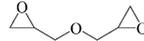
→ 1-Chlor-1,1-difluorethan (R 142 b)

Difluormonochlormethan

→ Monochlordifluormethan (R 22)

**Diglycidylether**

[2238-07-5]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,12

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 3

Diglycidylhexahydrophthalat

→ Hexahydrophthalsäurediglycidylester

Diglycidylhexandiol

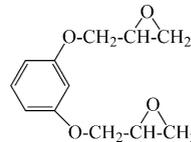
→ 1,6-Hexandioldiglycidylether

1,3-Diglycidylxybenzol

→ Diglycidylresorcinether

**Diglycidylresorcinether**

[101-90-6]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
Sens: Sh  
KanzKat: 2

Diglykolamin → 2-(2-Aminoethoxy)ethanol

(Diglykolamin)

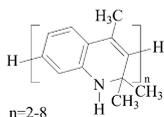
Dihydro-2(3H)-furanon → γ-Butyrolacton

1,2-Dihydro-5-nitroacenaphthylen

→ 5-Nitroacenaphthen

**1,2-Dihydro-2,2,4-trimethylchinolin,  
polymer**

[26780-96-1]



vgl. Abschn. IIb und Xc

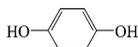
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**1,4-Dihydroxybenzol**

[123-31-9]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,015

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

Sens: Sh

KanzKat: 2

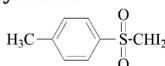
KmutKat: 3A

4,4'-Dihydroxydiphenylpropan → Bisphenol A

2,2'-Dihydroxy-3,3'-di-tert-butyl-5,5'-dimethyldiphenylsulfid → 2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol)

**p-Diiodmethylsulfonyltoluol**

[20018-09-1]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Diisobutylketon → 2,6-Dimethylheptan-4-on

**Diisocyanate**

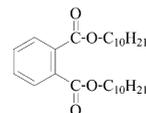
vgl. Abschn. IVe

2,4-Diisocyanattoluol → Toluylendiisocyanate

2,6-Diisocyanattoluol → Toluylendiisocyanate

**Diisododecylphthalat**

[26761-40-0]

DD[hPa]: 3×10<sup>-7</sup>

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

KanzKat: 3

Di-(isooctyl)phthalat → Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)

**Diisopropylether**

[108-20-3]

(H<sub>3</sub>C)<sub>2</sub>CH-O-CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

DD[hPa]: 180

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 850

Spzbg: I(2)

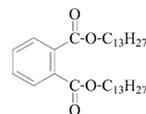
SchwGr: C

N,N-Diisopropylnitrosamin

→ N-Nitrosodiisopropylamin

**Diisotridecylphthalat**

[27253-26-5]



vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

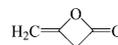
Spzbg: –

SchwGr: –

KanzKat: 3

**Diketen**

[674-82-8]



siehe Begründung „Keten“

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

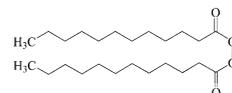
Spzbg: –

SchwGr: –

2,3-Diketobutan → Diacetyl

**Dilauroylperoxid**

[105-74-8]

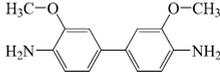


vgl. Abschn. Xa

Dimazin → 1,1-Dimethylhydrazin

**3,3'-Dimethoxybenzidin**

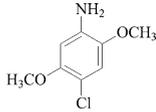
[119-90-4]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**2,5-Dimethoxy-4-chloranilin**

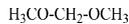
[6358-64-1]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**Dimethoxymethan**

[109-87-5]



DD[hPa]: 440

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 500  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1600  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C

**N,N-Dimethylacetamid**

[127-19-5]

DD[hPa]: 1,3  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 18  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

Dimethyladipat → Adipinsäuredimethylester

**Dimethylamin**

[124-40-3]



Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodimethylamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

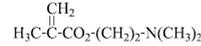
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3,7  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D

Dimethylaminobenzol → Xylidin (Isomere)

4,4'-Dimethylamino-benzophenonimid-hydrochlorid → Auramin

**N,N'-Dimethylaminoethylmethacrylat**

[2867-47-2]

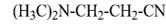


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Dimethylaminopropionitril**

[1738-25-6]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Dimethylaminosulfochlorid

→ Dimethylsulfamoylchlorid

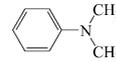
Dimethylaminosulfonylchlorid

→ Dimethylsulfamoylchlorid

4-(Dimethylamino)toluol → N,N-Dimethyl-p-toluidin

**N,N-Dimethylanilin**

[121-69-7]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 25  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**3,3'-Dimethylbenzidin**

[119-93-7]

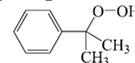


MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

Dimethylbenzol → Xylol (alle Isomere)

**α,α-Dimethylbenzylhydroperoxid**

[80-15-9]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $4,4 \times 10^{-3}$  bei 25°C

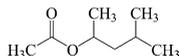
vgl. Abschn. Xa

1,1'-Dimethyl-4,4'-bipyridinium

→ Paraquatdichlorid

**1,3-Dimethylbutylacetat**

[108-84-9]



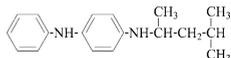
vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-1,4-benzoldiamin → N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin

**N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin**

[793-24-8]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Sens: Sh

**Dimethylcarbamidsäurechlorid**

[79-44-7]

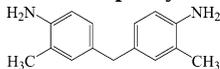


MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

Dimethylcarbinol → 2-Propanol

**3,3'-Dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmethan**

[838-88-0]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

Dimethyldiketon → Diacetyl

**Dimethylether**

[115-10-6]



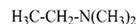
DD[hPa]: 5200

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1000  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1900  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: D

1,1-Dimethylethylamin → tert-Butylamin

**N,N-Dimethylethylamin**

[598-56-1]



Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung von kanzerogenem N-Nitrosodimethylamin und N-Nitrosomethylethylamin führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

DD[hPa]: 527-580

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 6,1  
 Spzbg: I(2)  
 Ein Momentanwert von 5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 15 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: D

4-(1,1-Dimethylethyl)-benzoesäure

→ p-tert-Butylbenzoesäure

4-(1,1-Dimethylethyl)-1,2-benzoldiol

→ p-tert-Butylbrenzkatechin

2-((4-(1,1-Dimethylethyl)phenoxy)methyl)

oxiran → p-tert-Butylphenylglycidylether

**N,N-Dimethylformamid**

[68-12-2]



vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 15  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: B

Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C siehe Begründung

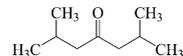
Hautres: H  
 KanzKat: 4

Dimethylglutarat → Glutarsäuredimethylester

Dimethylglyoxal → Diacetyl

**2,6-Dimethylheptan-4-on**

[108-83-8]

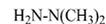


vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**1,1-Dimethylhydrazin**

[57-14-7]



DD[hPa]: 209,31 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3A

**1,2-Dimethylhydrazin**

[540-73-8]



DD[hPa]: 93,19 bei 25°C

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
Sens:	Sh
KanzKat:	2
KmutKat:	3A

Dimethylhydrazin, symmetrisches

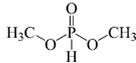
→ 1,2-Dimethylhydrazin

Dimethylhydrazin, unsymmetrisches

→ 1,1-Dimethylhydrazin

**Dimethylhydrogenphosphit**

[868-85-9]



MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
KanzKat:	3

Dimethylhydrogenphosphonat

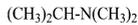
→ Dimethylhydrogenphosphit

3,7-Dimethyl-7-hydroxyoctan-1-al

→ Hydroxycitronellal

**N,N-Dimethylisopropylamin**

[996-35-0]



DD[hPa]: 170

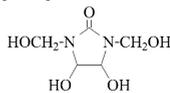
MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	1
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	3,6
Spzbg:	I(2)
SchwGr:	D

N,N-Dimethylnitrosamin

→ N-Nitrosodimethylamin

**Dimethyloldihydroxyethylenharnstoff**

[1854-26-8]

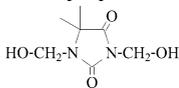


vgl. Abschn. IV

Sens:	Sh
-------	----

**1,3-Dimethylol-5,5-dimethylhydantoin**

[6440-58-0]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Sens:	Sh

Dimethylphosphit

→ Dimethylhydrogenphosphit

Dimethylphosphonat

→ Dimethylhydrogenphosphit

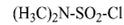
Dimethylpropanol → Pentanol (Isomere)

Dimethylsuccinat

→ Bernsteinsäuredimethylester

**Dimethylsulfamoylchlorid**

[13360-57-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 3 bei 44°C

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2

**Dimethylsulfat**

[77-78-1]



vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2

**Dimethylsulfid**

[75-18-3]

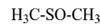


vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

**Dimethylsulfoxid**

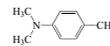
[67-68-5]



MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	50
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	160
Spzbg:	I(2)
SchwGr:	B
Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C siehe Begründung	
Hautres:	H

**★ N,N-Dimethyl-p-toluidin**

[99-97-8]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,1

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	2
KmutKat:	3B

Dimethylzinnbis(2-ethylhexylmercaptoacetat)  
→ Methylzinnverbindungen

Dimethylzinnbis(isooctylmercaptoacetat)  
→ Methylzinnverbindungen

Dimethylzinnverbindungen  
→ Methylzinnverbindungen

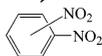
Dimorpholinomethan → Bis(morpholino)  
methan

Dinatriumtetraborat-Pentahydrat → Borsäure

Dinickeltrioxid → Nickel und Nickelver-  
bindungen

### Dinitrobenzol (alle Isomere)

[25154-54-5]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
vorliegen.

DD[hPa]: 0,0013 bei 25°C (berechneter Wert)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 3

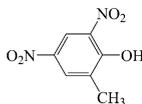
– 1,2-Dinitrobenzol  
[528-29-0]

– 1,3-Dinitrobenzol  
[99-65-0]

– 1,4-Dinitrobenzol  
[100-25-4]

### 4,6-Dinitro-o-kresol

[534-52-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
vorliegen.

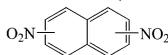
DD[hPa]: 1,6×10<sup>-4</sup> bei 25°C

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H

### Dinitronaphthalin (alle Isomere)

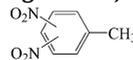
[27478-34-8]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

### Dinitrotoluol (Isomeregemische)

[25321-14-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
vorliegen.

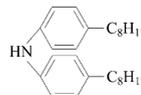
DD[hPa]: 5,3×10<sup>-4</sup> bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2

Dinonylnaphthalinsulfonsäure, Calciumsalz  
→ Calciumbis(dinonylnaphthalinsulfonat)

### 4,4'-Diocetylphenylamin

[101-67-7]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

Diocetylphosphit → Di-n-octylphosphonat

### Di-n-octylphosphonat

[1809-14-9]

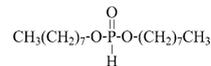
s. auch

Di-n-butylphosphonat

DD[hPa]: 2,1×10<sup>-7</sup> bei 25°C

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –



Di-sec-octylphthalat → Di-(2-ethylhexyl)  
phthalat (DEHP)

Di-n-octylzinnverbindungen  
→ n-Octylzinnverbindungen

Diospyros-Arten → Hölzer

Dioxan → 1,4-Dioxan

### 1,4-Dioxan

[123-91-1]



DD[hPa]: 41

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 37  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C  
Hautres: H  
KanzKat: 4

**1,3-Dioxolan (Dioxacylopentan)**

[646-06-0]

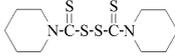


DD[hPa]: 105

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 150  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: B  
 Hautres: H

**Dipentamethylthiuramdisulfid**

[94-37-1]



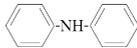
vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sh

Diphenyl → Biphenyl

**Diphenylamin**

[122-39-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,33

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**Diphenylamin, Reaktionsprodukte mit Styrol und 2,4,4-Trimethylpenten**

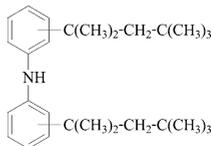
[68921-45-9]

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Diphenylamin, octyliert (Benzolamin, N-Phenyl-, Reaktionsprodukte mit 2,4,4-Trimethylpenten)**

[68411-46-1]



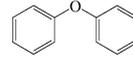
vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

N,N'-Diphenyl-1,4-benzoldiamin → N,N'-Diphenyl-p-phenyldiamin

**Diphenylether**

[101-84-8]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,027 bei 25°C

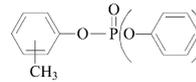
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 7,1  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

1,2-Diphenylhydrazin → Hydrazobenzol

**Diphenylkresylphosphat**

[26444-49-5]



DD[hPa]: &lt;0,01

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (MDI)**

[101-68-8]

(einatembare

Fraktion) s. auch

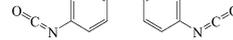
„polymeres MDI“

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

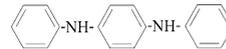
DD[hPa]: 7×10<sup>-6</sup>

vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05 E  
 Spzbg: I(1)  
 Ein Momentanwert von 0,1 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 Sens: Sah  
 KanzKat: 4

**N,N'-Diphenyl-p-phenyldiamin**

[74-31-7]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Diphosphorpentaoxid**

[1314-56-3]

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

**Diphosphorpentasulfid**

[1314-80-3]

P<sub>2</sub>S<sub>5</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Dipropylenglykol**

[25265-71-8]  $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_3$

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,043 bei 25°C  
vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 100 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C

**Dipropylenglykolmonomethylether**

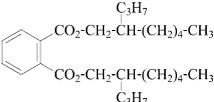
[34590-94-8]  $\text{H}_3\text{CO-C}_3\text{H}_6\text{-O-C}_3\text{H}_6\text{-OH}$   
(Isomergemisch)

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,7 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 310  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: D

**Di(2-propylheptyl)phthalat**

[53306-54-0] 

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

**N,N-Di-n-propylnitrosamin**

→ N-Nitrosodi-n-propylamin

**Dischwefeldecafluorid (Schwefelpentafluorid)**

[5714-22-7]  $\text{S}_2\text{F}_{10}$

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

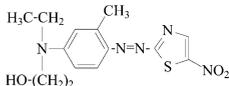
**Dischwefeldichlorid**

[10025-67-9]  $\text{S}_2\text{Cl}_2$

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

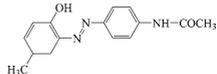
**Dispers Blau 106/124**

[68516-81-4;  
15141-18-1] 

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

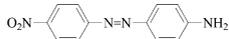
**Dispersionsgelb 3**

[2832-40-8] 

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

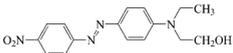
**Dispersionsorange 3**

[730-40-5] 

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

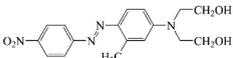
**Dispersionsrot 1**

[2872-52-8] 

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Dispersionsrot 17**

[3179-89-3] 

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

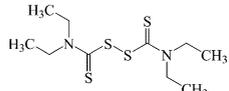
Distemonanthus benthamianus → Hölzer

**Distickstoffmonoxid**

[10024-97-2]  $\text{N}_2\text{O}$

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 180  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C

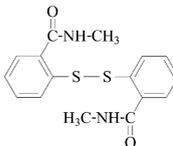
**Disulfiram**

[97-77-8] 

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodiethylamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: D  
Sens: Sh

**Dithio-2,2'-bis(benzmethylamid)**

[2527-58-4] 

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Sens: Sh

2,2'-Dithiobisbenzothiazol

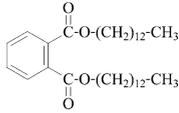
→ Dibenzothiazyldisulfid

Dithiobis-(dimethylthiocarboxamid) → Thiram

Dithiocarb → Natriumdiethyldithiocarbamat

### Ditridecylphthalat

[119-06-2]

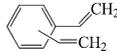


vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

### Divinylbenzol (alle Isomere)

[1321-74-0]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,9 bei 25°C

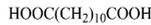
vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

DNOC → 4,6-Dinitro-o-kresol

### Dodecandisäure

[693-23-2]

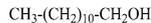


vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

### 1-Dodecanol

[112-53-8]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $1,1 \times 10^{-3}$

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

n-Dodecansäure → Laurinsäure

DOP → Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)

Douka (Tieghemella africana) → Hölzer

DPHP → Di(2-propylheptyl)phthalat

### Duftstoffkomponenten

vgl. Abschn. IVe

Ebenholz (Diospyros-Arten) → Hölzer

EDTA → Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA)

Eiche (Quercus-Arten) → Hölzer

### Eichenholzstaub

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 1  
 Stäube epidemiologisch eindeutig krebserzeugend.  
 Verursachendes krebserzeugendes Prinzip derzeit noch nicht identifiziert.

### Eichenmoos-Extrakte

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

Eisendimethyldithiocarbamat → Ferbam

### Eisenoxide

(einatembare Fraktion) FeO; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

[1345-25-1; 1309-37-1; 1309-38-2;

1317-61-9]

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3  
 ausgenommen sind nicht bioverfügbare Eisenoxide

### Eisenpentacarbonyl

[13463-40-6]

Fe(CO)<sub>5</sub>

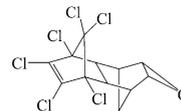
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,81  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

Endothiaepsin → Mikrobielle Labersatzstoffe:

Endothiaepsin und Mucorpepsin

### Endrin

[72-20-8]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

Enfluran

→ 2-Chlor-1,1,2-trifluorethyldifluormethylether (Enfluran)

Entandrophragma-Arten → Hölzer

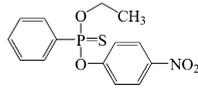
### Enzymhaltige Stäube

vgl. Abschn. IVe

Epichlorhydrin → 1-Chlor-2,3-epoxypropan

**EPN (O-Ethyl-O-(4-nitrophenyl)phenylthio-phosphonat)**

[2104-64-5]

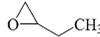


MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,5 E  
 Spzbg: II(2)  
 Hautres: H

1,2-Epoxy-3-allyloxypropan  
 → 1-Allyloxy-2,3-epoxypropan

**1,2-Epoxybutan**

[106-88-7]

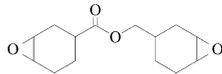


DD[hPa]: 188

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**3,4-Epoxy-cyclohexylcarbonsäure-3,4-epoxy-cyclohexylmethylester**

[2386-87-0]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3

1,2-Epoxy-4-(epoxyethyl)cyclohexan  
 → 4-Vinyl-1,2-cyclohexendiepoxyd

1-(Epoxyethyl)-3,4-epoxy-cyclohexan  
 → 4-Vinyl-1,2-cyclohexendiepoxyd

1,2-Epoxy-3-isopropoxypropan  
 → Isopropylglycidylether

**1,2-Epoxypropan**

[75-56-9]



vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4,8  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 4

2,3-Epoxy-1-propanol → Glycidol

2,3-Epoxypropylmethacrylat  
 → Glycidylmethacrylat

2,3-Epoxypropyl-o-tolylother  
 → Kresylglycidylether

2,3-Epoxypropyltrimethylammoniumchlorid  
 → Glycidyltrimethylammoniumchlorid

Erdöl → Destillate (Erdöl)

**Erionit**

[12510-42-8]

(Ca,Na,K)<sub>2</sub>[Al<sub>3</sub>Si<sub>9</sub>O<sub>24</sub>] · 9 H<sub>2</sub>O

(Faserstaub)

vgl. Abschn. III

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 1

**Essigsäure**

[64-19-7]

H<sub>3</sub>C-COOH

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 25  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

Essigsäureamylester (alle Isomere)  
 → Pentylacetat (alle Isomere)

**Essigsäureanhydrid**

[108-24-7]

H<sub>3</sub>C-CO-O-CO-CH<sub>3</sub>

DD[hPa]: 4

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,42  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

Essigsäurebutylester (alle Isomere)  
 → 1-Butylacetat

Essigsäuredimethylamid → N,N-Dimethylacetamid

Essigsäureethylester → Ethylacetat

Essigsäure-sec-hexylester  
 → 1,3-Dimethylbutylacetat

**Essigsäureisopropenylester**

[108-22-5]

H<sub>3</sub>C-COO-CH<sub>2</sub>-CH=CH<sub>2</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 46  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D

Essigsäure-3-methoxybutylester  
 → 3-Methoxy-n-butylacetat

Essigsäuremethylester → Methylacetat

Essigsäurepropylester (beide Isomere)  
 → Propylacetat

Essigsäurevinylester → Vinylacetat

1,2-Ethandiol → Ethylenglykol

N,N'-1,2-Ethandiylbis[N-(carboxymethyl)glycin] → Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA)

**Ethanol**

[64-17-5]



DD[hPa]: 59

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200  
 siehe Definition der Kanzerogenitätskategorie 5 und jeweilige Begründung  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 380  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 5  
 KmutKat: 5

Ethanolamin → 2-Aminoethanol

**Ethanthiol**

[75-08-1]



DD[hPa]: 590

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1,3  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

Ethen → Ethylen

9-Ethenyl-9H-carbazol → Vinylcarbazol

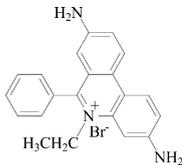
4-Ethenylcyclohexen → Vinylcyclohexen

1-(Ethenyloxy)-2-methylpropan  
 → Isobutylvinylether

Ether → Diethylether

**Ethidiumbromid**

[1239-45-8]



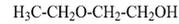
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3  
 KmutKat: 3B

2-Ethoxy-6-aminonaphthalin  
 → 6-Amino-2-ethoxynaphthalin

Ethoxyethan → Diethylether

**2-Ethoxyethanol**

[110-80-5]



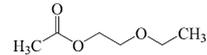
DD[hPa]: ~ 5

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von 2-Ethoxyethanol und 2-Ethoxyethylacetat.  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 7,5  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: B  
 Hautres: H

**2-Ethoxyethylacetat**

[111-15-9]



vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von 2-Ethoxyethanol und 2-Ethoxyethylacetat.  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 11  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: B  
 Hautres: H

**1-Ethoxy-2-propanol**

[1569-02-4]



DD[hPa]: 10

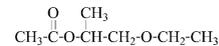
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von 1-Ethoxy-2-propanol und 1-Ethoxy-2-propylacetat.  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 86  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

3-Ethoxypropansäureethylester  
 → Ethyl-3-ethoxypropionat

**1-Ethoxy-2-propylacetat**

[54839-24-6]



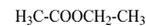
DD[hPa]: 2

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von 1-Ethoxy-2-propanol und 1-Ethoxy-2-propylacetat.  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 120  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

**Ethylacetat**

[141-78-6]



DD[hPa]: 97

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 750  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

**Ethylacrylat**

[140-88-5]



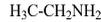
DD[hPa]: 39

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 8,3  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 Sens: Sh

Ethylalkohol → Ethanol

**Ethylamin**

[75-04-7]

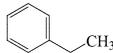


DD[hPa]: 990

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 9,4  
 Spzbg: I(2)  
 Ein Momentanwert von 10 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 19 mg/m<sup>3</sup>  
 sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: D

**Ethylbenzol**

[100-41-4]



DD[hPa]: 9

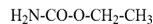
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 88  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 KanzKat: 4

Ethylbromid → Bromethan

**Ethylcarbamat**

[51-79-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 13 bei 78°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3A

Ethylchlorid → Chlorethan

**Ethyldiglykol**

[111-90-0]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,13

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 50 E  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

**5-Ethyl-3,7-dioxa-1-azabicyclo[3.3.0]octan (EDAO)**

[7747-35-5]



Formaldehydabspalter

vgl. Abschn. Iib und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sh

**Ethylen**

[74-85-1]



vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

Ethylenbromid → 1,2-Dibromethan

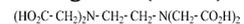
Ethylenchlorhydrin → 2-Chlorethanol

Ethylenchlorid → 1,2-Dichlorethan

Ethyldiamin → 1,2-Diaminoethan

**Ethyldiamintetraessigsäure (EDTA)**

[60-00-4]



Mischexposition mit Eisenverbindungen vermeiden (FeEDTA-Bildung).

vgl. Abschn. Iib

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Ethylen dibromid → 1,2-Dibromethan

Ethylen dimethacrylat

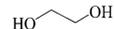
→ Ethylen glykoldimethacrylat

2,2'-(Ethylen dioxy)diethanol

→ Triethylen glykol

**Ethylen glykol**

[107-21-1]



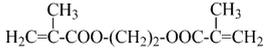
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,053

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 26  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

**Ethylenglykoldimethacrylat**

[97-90-5]



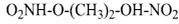
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,25 bei 25°C (berechneter Wert)  
vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Ethylenglykoldinitrat**

[628-96-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,096 bei 25°C  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,01  
MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von Ethylenglykoldinitrat, Glycerintrinitrat und Propylenglykoldinitrat.  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,063  
Spzbg: II(1)  
SchwGr: C  
Hautres: H

**Ethylenglykolmonobutylether**

→ 2-Butoxyethanol

**Ethylenglykolmonobutyletheracetat**

→ 2-Butoxyethylacetat

**Ethylenglykolmonoethylether**

→ 2-Ethoxyethanol

**Ethylenglykolmonoethyletheracetat**

→ 2-Ethoxyethylacetat

**Ethylenglykolmonomethylether**

→ 2-Methoxyethanol

**Ethylenglykolmonomethyletheracetat**

→ 2-Methoxyethylacetat

**Ethylenglykolmonophenylether**

→ 2-Phenoxyethanol

**Ethylenglykolmonopropylether**

→ 2-(Propyloxy)ethanol

**Ethylenglykolmonopropyletheracetat**

→ 2-(Propyloxy)ethylacetat

**Ethylenimin**

[151-56-4]



DD[hPa]: 214

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2  
KmutKat: 2

**Ethylenoxid**

[75-21-8]

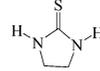


vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2  
KmutKat: 2

**Ethylthioharnstoff (Imidazolidin-2-thion)**

[96-45-7]



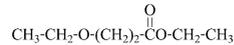
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

Ethylentrichlorid → Trichlorethen

Ethyleter → Diethylether

**Ethyl-3-ethoxypropionat**

[763-69-9]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 610  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: C  
Hautres: H

**Ethylformiat**

[109-94-4]



DD[hPa]: 256

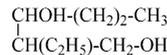
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 310  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: C  
Hautres: H

Ethylglykol → 2-Ethoxyethanol

Ethylglykolacetat → 2-Ethoxyethylacetat

**2-Ethylhexandiol-1,3**

[94-96-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: &lt;0,01

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

**2-Ethylhexanol**[104-76-7]  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{OH}$ 

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,18 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 54

Spzbg: I(1)

SchwGr: C

**2-Ethylhexansäure**[149-57-5]  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)-\text{COOH}$ 

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,04

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**2-Ethylhexylacetat**[103-09-3]  $\text{CH}_3\text{-CO}_2\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{-CH}_3$ 

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,31 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 71

Spzbg: I(1)

SchwGr: C

**2-Ethylhexylacrylat**[103-11-7]  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)-\text{CH}_3$ 

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,132

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 38

Spzbg: I(1)

SchwGr: C

Sens: Sh

**2-Ethylhexylmercaptoacetat**[7659-86-1]  $\text{HS-CH}_2\text{-CO}_2\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{-CH}_3$ 

vgl. Abschn. IV

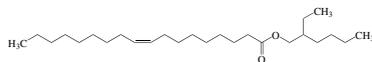
Sens: Sh

**2-Ethylhexyl-(Z)-octadec-9-enoat**

→ 2-Ethylhexyloleat

**★ 2-Ethylhexyloleat**

[26399-02-0]

DD[hPa]:  $2,4 \times 10^{-5}$  hPa bei 20 °C berechnet  
vgl. Abschn. XcMAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A

Spzbg: II(4)

SchwGr: D

**(2-Ethylhexyl)thioglykolat**

→ 2-Ethylhexylmercaptoacetat

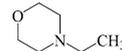
**Ethylidenchlorid** → 1,1-Dichlorethan**Ethylmercaptan** → Ethanthiol**Ethylmethacrylat**[97-63-2]  $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{-COOCH}_2\text{-CH}_3$ 

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Ethylmethylketon** → 2-Butanon**N-Ethylmorpholin**

[100-74-3]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**O-Ethyl-O-(4-nitrophenyl)phenylthio-phosphonat** → EPN (O-Ethyl-O-(4-nitrophenyl)phenylthiophosphonat)**4,4'-(2-Ethyl-2-nitro-1,3-propandiy)bis-morpholin** → 4-(2-Nitrobutyl)morpholin (70 Gew.%) und 4,4'-(2-Ethyl-2-nitro-1,3-propandiy)bismorpholin (20 Gew.%)**N-Ethyl-N-nitrosoanilin**

→ N-Nitrosoethylphenylamin

**N-Ethyl-N-nitrosoethanamin**

→ N-Nitrosodiethylamin

**N-Ethyl-2-pyrrolidon**

[2687-91-4]

(Dampf)



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,18

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 23

Spzbg: I(2)

SchwGr: C

Hautres: H

**Ethylquecksilber** → Quecksilberverbindungen, organische**Ethylsilicat** → Tetraethylsilicat**Ethylurethan** → Ethylcarbamat

**Ethylvinylether**[109-92-2]  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Ethylzinnverbindungen**

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: –

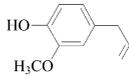
Für Ethylzinnverbindungen, deren organische Liganden mit „Sa“ oder „Sh“ markiert sind, gelten diese Markierungen ebenfalls.

**Etidronsäure**

→ 1-Hydroxyethan-1,1-diphosphonsäure

**Eugenol**

[97-53-0]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

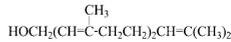
DD[hPa]: &lt;0,1

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**F-134a → 1,1,1,2-Tetrafluorethan****Farnesol**

[4602-84-0]



vgl. Abschn. IV

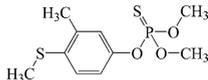
Sens: Sh

**Faserstaub, anorganisch**

vgl. Abschn. III

**Fenthion**

[55-38-9]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,2 E  
 Spzbg: II(2)  
 Hautres: H

**Ferbam**

[14484-64-1]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Ferrovanadium**

[12604-58-9]

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**★ Fettalkoholethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt**

[68920-66-1]

DD[hPa]:  $5,5 \times 10^{-5}$  bei 20°C berechnet

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Fluor**

[7782-41-4]

F<sub>2</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Fluoride**

[16984-48-8]

(als Fluorid berechnet)

vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: C  
 Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt  
 Hautres: H

**Fluorocarbon 134a → 1,1,1,2-Tetrafluorethan****Fluortrichlormethan → Trichlorfluormethan (R 11)****Fluorwasserstoff**

[7664-39-3]

HF

DD[hPa]: 1033

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,83  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

**Formaldehyd**

[50-00-0]

HCHO

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,3  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,37

Bei Mischexposition ist darauf zu achten, dass keine Reizwirkung auftritt.

Spzbg: I(2)

Ein Momentanwert von 1 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 1,2 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: C  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 4  
 KmutKat: 5

Formaldehyd → p-tert-Butylphenol-Formaldehyd-Kondensationsprodukte

Formaldehyd  
→ Phenol-Formaldehyd-Kondensationsprodukte  
(niedermolekulare)

### Formamid

[75-12-7] NH2-CHO

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H

Fraké (*Terminalia superba*) → Hölzer

Framiré (*Terminalia ivorensis*) → Hölzer

### Furan

[110-00-9]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,02  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,056  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: D  
Hautres: H  
KanzKat: 4

Furfural, Furfurol → 2-Furylmethanal

### Furfurylalkohol

[98-00-0]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 3

### 2-Furylmethanal

[98-01-1]

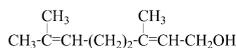


MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 3

Galliumarsenid → Arsen

### Geraniol

[106-24-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,3  
vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

### Germaniumtetrahydrid

[7782-65-2] GeH4

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

### Getreidemehlstäube

Roggen, Weizen

vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

### Glasfasern (Faserstaub)

vgl. Abschn. III

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 2

Glutaral → Glutardialdehyd

Glutaraldehyd → Glutardialdehyd

### Glutardialdehyd

[111-30-8] OCH-(CH2)3-CHO

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,05  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,21  
Spzbg: I(2)

Ein Momentanwert von 0,2 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 0,83 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: C

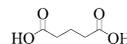
Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

Sens: Sah

KanzKat: 4

### Glutarsäure

[110-94-1]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C

### Glutarsäuredimethylester

[1119-40-0] CH3-OOC-(CH2)3-COO-CH3

s. auch Dicarbonsäure  
(C4-C6)-dimethylester

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

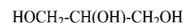
DD[hPa]: 0,13

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

### Glycerin

[56-81-5]



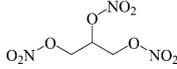
vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 200 E  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C

Glycerin- $\alpha,\gamma$ -dichlorhydrin  
 → 1,3-Dichlor-2-propanol

### Glycerintrinitrat

[55-63-0]

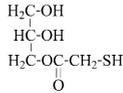


vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,01  
 MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von  
 Ethylenglykoldinitrat, Glycerintrinitrat und  
 Propylenglykoldinitrat.  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,094  
 Spzbg: II(1)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

### Glycerylmonothioglykolat

[30618-84-9]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
 vorliegen.

DD[hPa]:  $1,2 \times 10^{-5}$  bei 25°C

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

### Glycidol

[556-52-5]

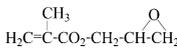


vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3A

### Glycidylmethacrylat

[106-91-2]

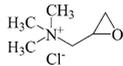


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

### Glycidyltrimethylammoniumchlorid

[3033-77-0]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 2

### Glycidylverbindungen (Epoxide)

vgl. Abschn. IVe

Glykol → Ethylenglykol

Glykoldinitrat → Ethylenglykoldinitrat

Glykolmonophenylether → 2-Phenoxyethanol

Glykolsäure-n-butylester

→ Hydroxyessigsäurebutylester

### Glyoxal

[107-22-2]

OHC-CHO

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3

### Gold

[7440-57-5]

Au

und seine anorganischen  
 Verbindungen

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sh  
 nur lösliche Goldverbindungen

Gonystylus bancanus → Hölzer

Granuläre biobeständige Stäube (GBS)

→ Allgemeiner Staubgrenzwert (alveolen-  
 gängige Fraktion)

### Graphit

[7782-42-5]

C

(alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

vgl. Abschn. Vf

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,3 A  
 multipliziert mit der Materialdichte  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 4

### Graphit

[7782-42-5]

C

(einatembare Fraktion)

vgl. Abschn. Vf und g

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4 E  
 SchwGr: C

Grenadillholz (Brya ebenus, Dalbergia  
 melanoxylon) → Hölzer

Grevillea robusta → Hölzer

**Gummiinhaltsstoffe**

vgl. Abschn. IV

– **Dithiocarbamate**

Sens: Sh

– **Thiazolgruppe**

Sens: Sh

– **p-Phenylendiaminverbindungen**

Sens: Sh

– **Thiurame**

Sens: Sh

**Hafnium**

[7440-58-6]

Hf

und seine Verbindungen

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**Halloysit**

[12298-43-0]

Al<sub>2</sub>(Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) · x H<sub>2</sub>O

(Faserstaub)

vgl. Abschn. III

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

KanzKat: 3

Halothan → 2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluoethan

**Hartmetall, Wolframcarbid- und Cobalt-haltig**

(einatembare Fraktion)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

Sens: Sah

KanzKat: 1

KmutKat: 3A

HDI → Hexamethylendiisocyanat

Hemicellulasen → Xylanasen

Hemimelliten (1,2,3-Trimethylbenzol)

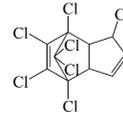
→ Trimethylbenzol (alle Isomere)

Hempa → Hexamethylphosphorsäuretriamid  
(HMPA)

HEOD → Dieldrin (HEOD)

**Heptachlor**

[76-44-8]

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05 E

Spzbg: II(8)

SchwGr: D

Hautres: H

KanzKat: 4

Heptadecafluorooctan-1-sulfonsäure

→ Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)

**n-Heptan**

[142-82-5]

H<sub>3</sub>C-C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>-CH<sub>3</sub>

DD[hPa]: 48

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 500MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2100

Spzbg: I(1)

SchwGr: D

1,7-Heptandicarbonsäure → Azelainsäure

**Heptan-3-on**

[106-35-4]

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CO-(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>

DD[hPa]: 1,5

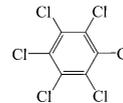
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 47

Spzbg: I(2)

SchwGr: D

**Hexachlorbenzol**

[118-74-1]



vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: D

Hautres: H

KanzKat: 4

**Hexachlor-1,3-butadien**

[87-68-3]

Cl<sub>2</sub>C=CCl-CCl=CCL<sub>2</sub>

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,29 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,02MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,22

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Hautres: H

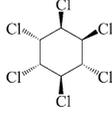
KanzKat: 4

γ-1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan → Lindan

(γ-1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan)

**$\alpha$ -Hexachlorcyclohexan**

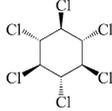
[319-84-6]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,5 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H  
 KanzKat: 4

 **$\beta$ -Hexachlorcyclohexan**

[319-85-7]



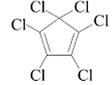
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,1 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H  
 KanzKat: 4

**1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan**techn. Gemisch aus  $\alpha$ -HCH [319-84-6] u.  $\beta$ -HCH [319-85-7]

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,1 E  
 (Konz.  $\alpha$ -HCH dividiert durch 5) + Konz.  $\beta$ -HCH = 0,1  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H  
 KanzKat: 4

**Hexachlorcyclopentadien**

[77-47-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,1 bei 25°C

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

**Hexachlorethan**

[67-72-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

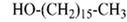
DD[hPa]: 0,4

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 9,8  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

Hexachlornaphthaline → Chlorierte Naphthaline

**1-Hexadecanol**

[36653-82-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: &lt;0,01

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Hexadecansäure → Palmitinsäure

1,1,1,3,3,3-Hexafluor-2-(fluormethoxy)-propan → Sevofluran

Hexahydrobenzol → Cyclohexan

**Hexahydrophthalsäureanhydrid**

[85-42-7]



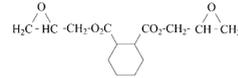
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

**Hexahydrophthalsäurediglycidylester**

[5493-45-8]



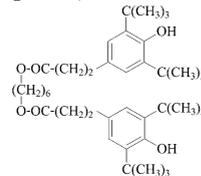
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3

Hexahydro-1,3,5-triethyl-s-triazin → N,N',N''-Triethylhexahydro-1,3,5-triazin

Hexamethylen → Cyclohexan

**Hexamethylenbis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionat)**

[35074-77-2]



vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 10 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C

**Hexamethylendiisocyanat**[822-06-0]  $\text{OCN}-(\text{CH}_2)_6-\text{NCO}$ 

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,007

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,005MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,035

Spzbg: I(1)

Ein Momentanwert von 0,01 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 0,070 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: D

Sens: Sh

**Hexamethylentetramin**

[100-97-0]



Formaldehydabspalter

vgl. Abschn. IIB und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Sens: Sh

**Hexamethylphosphorsäuretriamid (HMPA)**[680-31-9]  $\text{OP}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_3$ MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 2

KmutKat: 2

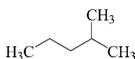
**Hexan (alle Isomere außer n-Hexan) und Methylcyclopentan**MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 500MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1800

Spzbg: II(2)

SchwGr: D

**– 2-Methylpentan**

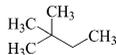
[107-83-5]

**– 3-Methylpentan**

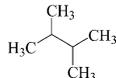
[96-14-0]

**– 2,2-Dimethylbutan**

[75-83-2]

**– 2,3-Dimethylbutan**

[79-29-8]

**– Methylcyclopentan**

[96-37-7]

**n-Hexan**[110-54-3]  $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3$ 

DD[hPa]: 160

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 180

Spzbg: II(8)

SchwGr: C

**1,6-Hexandioldiacrylat**[13048-33-4]  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{COO}-(\text{CH}_2)_6-\text{OOC}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,014 bei 50°C

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**1,6-Hexandioldiglycidylether**[16096-31-4]  $\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_6-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}$ 

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**1,6-Hexandisäure → Adipinsäure****1-Hexanol**[111-27-3]  $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_2\text{OH}$ 

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,93

vgl. Abschn. IIB und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**Hexanon → 4-Methylpentan-2-on****2-Hexanon**[591-78-6]  $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ 

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 21

Spzbg: II(8)

Hautres: H

**Hexon → 4-Methylpentan-2-on****sec-Hexylacetat → 1,3-Dimethylbutylacetat****2-Hexyldecanol**[2425-77-6]  $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_{13})-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_3$ 

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,004 bei 38°C

vgl. Abschn. IIB und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**Hexylendiisocyanat**

→ Hexamethylendiisocyanat

**Hexylenglykol**[107-41-5]  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$ 

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,07

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 49

Spzbg: I(2)

SchwGr: D

HFA-134a → 1,1,1,2-Tetrafluorethan

HFC-134a → 1,1,1,2-Tetrafluorethan

HMPA → Hexamethylphosphorsäuretriamid  
(HMPA)**Hölzer**

vgl. Abschn. IV

– **Acacia melanoxylon R.Br.**  
tropische Akazie

Sens: Sh

– **Bowdichia nitida Bentham**  
Sucupira

Sens: –

– **Brya ebenus DC.**  
Cocusholz, Grenadillholz, westindisches Grenadillholz

Sens: Sh

– **Calocedrus decurrens (Torr.) Florin**  
kalifornische Zeder

Sens: –

– **Chlorophora excelsa (Welw.) Benth. & Hook**  
Iroko, Kambala

Sens: Sh

– **Dalbergia latifolia Roxb.**  
ostindischer Palisander

Sens: Sh

– **Dalbergia melanoxylon Guill. et Perr.**  
afrikanisches Grenadillholz

Sens: Sh

– **Dalbergia nigra Allem.**  
Rio Palisander

Sens: Sh

– **Dalbergia retusa Hemsl.**  
Cocobolo

Sens: Sh

– **Dalbergia stevensonii Standley**  
Honduras Palisander

Sens: Sh

– **Diospyros celebica Bakh.**  
Makassar Ebenholz

Sens: –

– **Diospyros crassiflora Hiern.**  
afrikanisches Ebenholz

Sens: –

– **Diospyros ebenum Koenig**  
Ceylon Ebenholz, indisches Ebenholz

Sens: –

– **Diospyros melanoxylon Roxb.**  
Coromandel

Sens: –

– **Distemonanthus benthamianus Baill.**  
Ayan, Movingui

Sens: Sh

– **Entandrophragma angolense C.DC.**  
Tiama

Sens: –

– **Entandrophragma candollei Harms**  
Kosipo

Sens: –

– **Entandrophragma cylindricum Sprague**  
Sapelli (-Mahagoni)

Sens: –

- **Entandrophragma utile Sprague**  
Sipo, Utile (-Mahagoni)  
Sens: -
- **Gonystylus bancanus (Miq.) Baill.**  
Ramin  
Sens: -
- **Grevillea robusta A.Cunn.**  
australische Silbereiche  
Sens: Sh
- **Khaya anthotheca C.DC.**  
Acajou blanc, afrikanisches Mahagoni  
Sens: Sh
- **Khaya grandifoliola C.DC.**  
Sens: -
- **Khaya ivorensis A.Chev.**  
Sens: -
- **Khaya senegalensis A.Juss.**  
Sens: -
- **Machaerium scleroxylon Tul.**  
Jacaranda pardo, Santos Palisander  
Sens: Sh
- **Mansonia altissima A.Chev.**  
Bété  
Sens: Sh
- **Paratecoma peroba (Record) Kuhl.**  
Peroba do campo, Peroba jaune  
Sens: Sh
- **Quercus petraea (Matuschka) Liebl.**  
Traubeneiche  
Sens: -
- **Quercus robur L.**  
Stieleiche  
Sens: -
- **Quercus rubra L.**  
amerikanische Roteiche  
Sens: -
- **Swietenia macrophylla King**  
Sens: -
- **Swietenia mahagoni (L.) Jacq.**  
Sens: -
- **Tabebuia avellanadae (Griseb.) Lor.**  
Lapacho, Ipé  
Sens: -
- **Tabebuia serratifolia Nichols**  
Bethabara, Ipé  
Sens: -
- **Tectona grandis L.f.**  
Teak  
Sens: Sh
- **Terminalia ivorensis A.Chev.**  
Framiré  
Sens: -
- **Terminalia superba Engl. u. Diels**  
Fraké, Limba  
Sens: Sa

- **Thuja occidentalis L.**  
(abendländischer) Lebensbaum, Weißzeder  
Sens: -
- **Thuja plicata (D.Don.) Donn.**  
Riesenlebensbaum, Rotzeder, Western Red Cedar  
Sens: Sah
- **Tieghemella africana A.Chev.**  
Sens: -
- **Tieghemella heckelii Pierre**  
Sens: -
- **Triplochiton scleroxylon K.Schum.**  
Abachi, Obeche  
Sens: Sah

Holzäther → Dimethylether

Holzstaub (Buche) → Buchenholzstaub

Holzstaub (Eiche) → Eichenholzstaub

### Holzstaub (außer Buchen- und Eichenholzstaub)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: -  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: -  
Spzbg: -  
SchwGr: -  
KanzKat: 3

Honduras Palisander (*Dalbergia stevensonii*)  
→ Hölzer

### Hydraulikflüssigkeiten

vgl. Abschn. Xc

### Hydrazin

[302-01-2] H<sub>2</sub>N-NH<sub>2</sub>

DD[hPa]: 13  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: -  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: -  
Spzbg: -  
SchwGr: -  
Hautres: H  
Sens: Sh  
KanzKat: 2

### Hydrazinhydrat

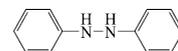
[7803-57-8] H<sub>2</sub>N-NH<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O

und Hydrazinsalze  
vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

### Hydrazobenzol

[122-66-7]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: -  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: -  
Spzbg: -  
SchwGr: -  
KanzKat: 2

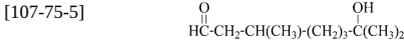
Hydrazomethan → Monomethylhydrazin

Hydrochinon → 1,4-Dihydroxybenzol

3-Hydroxyanilin → 3-Aminophenol

4-Hydroxybuttersäurelacton → γ-Butyrolacton

**Hydroxycitronellal**



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: <1

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

1-Hydroxydodecan → 1-Dodecanol

**Hydroxyessigsäurebutylester**



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m³]: –

MAK[mg/m³]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**1-Hydroxyethan-1,1-diphosphonsäure**



R = H, K, Na

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m³]: –

MAK[mg/m³]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

2-(2-Hydroxyethoxy)ethylamin

→ 2-(2-Aminoethoxy)ethanol (Diglykolamin)

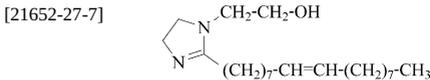
**2-Hydroxyethylacrylat**



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**1-Hydroxyethyl-2-heptadecenyl-imidazolin**



vgl. Abschn. IIb und Xc

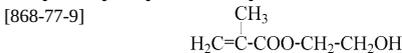
MAK[ml/m³]: –

MAK[mg/m³]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**2-Hydroxyethylmethacrylat**



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m³]: –

MAK[mg/m³]: –

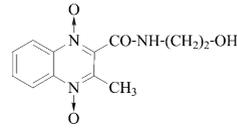
Spzbg: –

SchwGr: –

Sens: Sh

**N-(2-Hydroxyethyl)-3-methyl-2-chinoxalin-carboxamid-1,4-dioxid (Olaquinoxid)**

[23696-28-8]



MAK[ml/m³]: –

MAK[mg/m³]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Sens: SP

KanzKat: 3

KmutKat: 2

★ **N-(2-Hydroxyethyl)piperidin**

[3040-44-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m³]: 2

MAK[mg/m³]: 11

Spzbg: I(1)

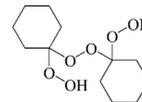
Ein Momentanwert von 5 ml/m³ entsprechend 27 mg/m³ sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: D

Sens: Sh

**1-Hydroxy-1'-hydroperoxydicyclohexylperoxid**

[78-18-2]



vgl. Abschn. Xa

**Hydroxylamin**

[7803-49-8]

und seine Salze

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh



1-Hydroxy-2-methoxy-4-allylbenzol

→ Eugenol

1-Hydroxy-2-methoxy-4-propen-1-ylbenzol

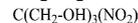
→ Isoeugenol

N-Hydroxymethylchloracetamid

→ N-Methylolchloracetamid

**2-Hydroxymethyl-2-nitropropan-1,3-diol**

[126-11-4]



Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente und Korrosionsschutzmittelkomponente: siehe GefStoffV 2010, Anhang II (zu §16 Absatz 2), Nr. 4

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m³]: –

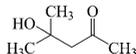
MAK[mg/m³]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on**

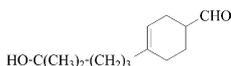
[123-42-2]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 96  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

**Hydroxymethylpentylcyclohexencarboxaldehyd (Lyral)**

[31906-04-4]



vgl. Abschn. IV

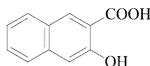
Sens: Sh

N-(4-((2-Hydroxy-5-methylphenyl)azo)phenyl)  
 acetamid → Dispersionsgelb 3

1-(Hydroxymethyl)propylamin  
 → 2-Aminobutanol

**3-Hydroxy-2-naphthalincarbonsäure**

[92-70-6]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

4-Hydroxy-3-nitroanilin  
 → 2-Nitro-4-aminophenol

12-Hydroxyoctadecansäure  
 → 12-Hydroxystearinsäure

1-Hydroxyoctan → 1-Octanol

4-Hydroxy-3-(3-oxo-1-phenyl)butylcumarin  
 → Warfarin

1-Hydroxy-2-phenoxyethan  
 → 2-Phenoxyethanol

β-Hydroxypropan → 2-Propanol

2-Hydroxy-1,2,3-propantricarbonsäure  
 → Zitronensäure

**Hydroxypropylacrylat (alle Isomere)**

[25584-83-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
 vorliegen.

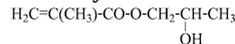
DD[hPa]: 0,16 bei 25°C (berechneter Wert)

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: Sh

**2-Hydroxypropylmethacrylat**

[923-26-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
 vorliegen.

DD[hPa]: 0,096 bei 25°C (berechneter Wert)

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**12-Hydroxystearinsäure**

[106-14-9]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Hydroxytoluol → Benzylalkohol

1-Hydroxy-2,4,5-trichlorbenzol  
 → 2,4,5-Trichlorphenol

2-Hydroxytriethylamin  
 → 2-Diethylaminoethanol

Imazalil → 1-(2-(Allyloxy)-2-(2,4-dichlor-  
 phenyl)ethyl)-1H-imidazol (Imazalil)

**Imidazol**

[288-32-4]

DD[hPa]: 3,3×10<sup>-3</sup>

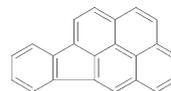
vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Imidazolidin-2-thion → Ethylenthioharnstoff  
 (Imidazolidin-2-thion)

**Indeno[1,2,3-cd]pyren**

[193-39-5]



vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem  
 Material“

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

Indisches Ebenholz (Diospyros ebenum)  
 → Hölzer

**Indiumphosphid**

[22398-80-7]

InP

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

**Industrieruße (Carbon Black)**

(einatembare Fraktion)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**Iod**

[7553-56-2]

I<sub>2</sub>

und anorganische Iodide

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,31 bei 25°C

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

**Iodmethan**

[74-88-4]

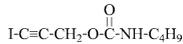
H<sub>3</sub>C I

DD[hPa]: 438

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**3-Iod-2-propinylbutylcarbamat**

[55406-53-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,005  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,058  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C  
 Sens: Sh

Ipé (Tabebuia avellandae, T. serratifolia)

→ Hölzer

**IPPD**

→ N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin

Iroko (Chlorophora excelsa) → Hölzer

Isatosäureanhydrid

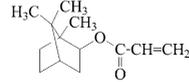
→ N-Carboxyanthranilsäureanhydrid

Isoamylalkohol (3-Methyl-1-butanol)

→ Pentanol (Isomere)

**Isobornylacrylat**

[5888-33-5]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

Isobutan → Butan (beide Isomere)

**Isobutanol**

[78-83-1]

(H<sub>3</sub>C)<sub>2</sub>CH-CH<sub>2</sub>OH

DD[hPa]: 11,7

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 310  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

**Isobutylacetat**

[110-19-0]

H<sub>3</sub>C-COOCH<sub>2</sub>-CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

DD[hPa]: 18

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 480  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

**Isobutylamin**

[78-81-9]

(H<sub>3</sub>C)<sub>2</sub>CH-CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 6,1  
 Spzbg: I(2)  
 Ein Momentanwert von 5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 15 mg/m<sup>3</sup>  
 sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: D

Isobutylchlorformiat

→ Chlorameisensäurebutylester

**Isobutylvinylether**

[109-53-5]

H<sub>2</sub>C=CH-O-CH<sub>2</sub>-CH(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>3</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 83  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: D

**Isodecyleat**

[59231-34-4]

$$\text{CH}_2\text{-(CH}_2\text{)}_6\text{-COO-C}_{10}\text{H}_{21}$$

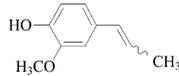
$$\text{HC=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-CH}_3$$

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: D

**Isoeugenol**

[97-54-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

– **Isoeugenol (E-Form)**

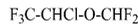
[5932-68-3]

– **Isoeugenol (Z-Form)**

[5912-86-7]

★ **Isofluran**

[26675-46-7]



DD[hPa]: 320

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 15

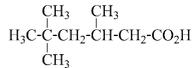
Spzbg: II(8)

SchwGr: D

**Isononansäure**

[3302-10-1]

[26896-18-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,04

vgl. Abschn. IIb und Xc

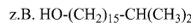
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**Isooctadecanol**

[27458-93-1]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Isooctanol → 2-Ethylhexanol

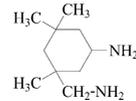
Isopentan → Pentan (alle Isomere)

Isophoron

→ 3,5,5-Trimethyl-2-cyclohexen-1-on

**Isophorondiamin**

[2855-13-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,02

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

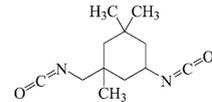
Spzbg: –

SchwGr: –

Sens: Sh

**Isophorondiisocyanat**

[4098-71-9]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 4×10<sup>-4</sup>MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,005MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,046

Spzbg: I(1)

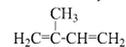
Ein Momentanwert von 0,01 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 0,092 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: D

Sens: Sah

**Isopren (2-Methyl-1,3-butadien)**

[78-79-5]



DD[hPa]: 733

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 3

siehe Definition der Kanzerogenitätskategorie 5 und jeweilige Begründung

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 8,5

Spzbg: II(8)

SchwGr: C

KanzKat: 5

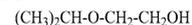
KmutKat: 5

Isopropanol → 2-Propanol

Isopropenylbenzol → 2-Phenylpropen

**2-Isopropoxyethanol**

[109-59-1]

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 43

Spzbg: I(2)

SchwGr: C

Hautres: H

2-Isopropoxyphenyl-N-methylcarbammat

→ Propoxur

Isopropylacetat → Propylacetate

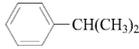
Isopropylacetone → 4-Methylpentan-2-on

Isopropylalkohol → 2-Propanol

Isopropylamin → 2-Aminopropan

### Isopropylbenzol (Cumol)

[98-82-8]



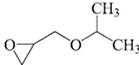
DD[hPa]: 4  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 50  
Spzbg: II(4)  
SchwGr: C  
Hautres: H  
KanzKat: 3

Isopropylether → Diisopropylether

### Isopropylglycidylether

[4016-14-2]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

Isopropylglykol → 2-Isopropoxyethanol

4,4'-Isopropylidendiphenol → Bisphenol A

4,4'-Isopropylidendiphenoldiglycidylether  
→ Bisphenol-A-diglycidylether

Isopropyliertes Phenylphosphat  
→ Triphenylphosphat, isopropyliert

4-Isopropylnitrobenzol → p-Nitrocumol

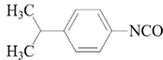
### Isopropylöl

Rückstand bei der Isopropylalkohol-Herstellung

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

### 4-Isopropylphenylisocyanat

[31027-31-3]



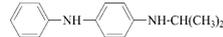
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,1  
vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Sens: Sh

### N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin

[101-72-4]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C  
Sens: Sh

Isostearylalkohol → Isooctadecanol

### Isotridecanol

[27458-92-0]

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

Jacaranda pardo (Machaerium scleroxylon)  
→ Hölzer

Jod → Iod

Jodmethan → Iodmethan

Kalifornische Zeder (Calocedrus decurrens)  
→ Hölzer

Kaliumbenzoat → Alkalibenzoate

### Kaliumcyanid

[151-50-8]

KCN

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5,0 E  
Spzbg: II(1)  
SchwGr: C  
Hautres: H

Kaliumdichloracetat → Dichloressigsäure

Kaliummetabisulfit → Sulfite

Kaliumperfluoroctanoat → Perfluoroctansäure  
(PFOA)

Kaliumpersulfat → Alkalipersulfate

**Kaliumtitanat (Faserstaub)**

versch. Formeln und CAS-Nr., z.B.

vgl. Abschn. III

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

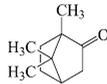
– **Kaliumtitanat**[12030-97-6]  $K_2TiO_3$ – **Kaliumtitanat**[12056-46-1]  $K_2Ti_2O_5$ – **Kaliumtitanat**[12056-49-4]  $K_2Ti_4O_9$ – **Kaliumtitanat**[12056-51-8]  $K_2Ti_6O_{13}$ – **Kaliumtitanat**[59766-31-3]  $K_2Ti_8O_{17}$ 

Kaliumtitanoxid → Kaliumtitanat (Faserstaub)

Kaliumzitat → Zitronensäure

Kambala (*Chlorophora excelsa*) → Hölzer**Kampfer**

[76-22-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,027

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Kaolinit**

[1332-58-7]

 $Al_4[(OH)_8Si_4O_{10}]$ 

Quarzanteil muss gesondert betrachtet werden

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

Keramikfasern → Aluminiumsilikatfasern

**Kerosin (Erdöl)**

(Aerosol)

[8008-20-6]

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 3  
 gilt für Hautkontakt

**Kerosin (Erdöl)**

(Dampf)

[8008-20-6]

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 350  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 3  
 gilt für Hautkontakt

**Keten**

[463-51-4]

 $H_2C=CO$ 

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Khaya-Arten → Hölzer

K-HDO → N-Cyclohexylhydroxydiazin-1-oxid,  
Kaliumsalz (K-HDO)★ **Kieselsäuren, amorphe a) synthetische****kolloidale amorphe Kieselsäure [7631-86-9]**

einschl. pyrogener Kieselsäure [112945-52-5] und im Nassverfahren hergestellter synthetischer Kieselsäure (Fällungskieselsäure, Kieselgel) [7631-86-9] sowie ungebraunten Kieselgur [61790-53-2]

vgl. Abschn. V

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,5 A  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C

**Kieselsäuren, amorphe b) Kieselglas****[60676-86-0], Kieselgut [60676-86-0],****Kieselrauch [69012-64-2], gebrannte****Kieselgur [68855-54-9]**

vgl. Abschn. V

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,3 A  
 SchwGr: C

Kobalt → Cobalt

**Kohlendioxid**

[124-38-9]

 $CO_2$ 

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5000  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 9100  
 Spzbg: II(2)

Kohlendisulfid → Schwefelkohlenstoff

**Kohlenmonoxid**

[630-08-0]

 $CO$ 

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 30  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 35  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: B

Kohlenoxid → Kohlenmonoxid

Kohlenwasserstoff-Lösemittel, entaromatisiert  
C<sub>6</sub>-C<sub>13</sub> → Naphtha (Erdöl)

Kokereirohgase → Pyrolyseprodukte aus org.  
Material

**Kokosnussöl**

[8001-31-8]

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A  
Spzbg: II(4)  
SchwGr: C

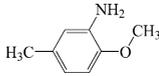
Kopraöl → Kokosnussöl

Korund → α-Aluminiumoxid

Kosipo (Entandrophragma candollei) → Hölzer

**p-Kresidin**

[120-71-8]



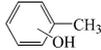
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,033 bei 25°C (berechneter Wert)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 2

**Kresol (alle Isomere)**

[1319-77-3]



vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4,5  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: C  
Hautres: H

– o-Kresol

[95-48-7]

– m-Kresol

[108-39-4]

– p-Kresol

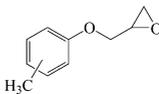
[106-44-5]

**Kresylglycidylether**

Isomerenmischung

[26447-14-3]

o-Isomer [2210-79-9]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Sens: Sh  
KanzKat: 3

Krokydolith (Faserstaub) → Asbest

**Kühlschmierstoffe**

Kühlschmierstoffe enthalten Kohlenwasserstoffgemische, die aufgrund ihrer Zusammensetzung als Partikel-Dampfgemische auftreten können.

vgl. Abschn. Xc

**Kühlschmierstoffe, die Nitrit oder nitritliefernde Verbindungen und Reaktionspartner für Nitrosaminbildung enthalten**

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

**Künstliche Mineralfasern (Faserstaub)**

vgl. Abschn. III

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

**Kupfer**

[7440-50-8]

Cu

und seine anorganischen Verbindungen

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,01 A  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C

Labersatzstoffe, mikrobielle → Mikrobielle

Labersatzstoffe: Endothiaepsin und

Mucorpepsin

Lachgas → Distickstoffmonoxid

Lapacho (Tabebuia avellanedae) → Hölzer

**Laurinsäure**

[143-07-7]

CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>10</sub>-COOH

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 2,3×10<sup>-5</sup> bei 25°C

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: D

Laurylalkohol → 1-Dodecanol

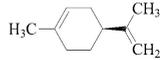
Laurylamindipropylendiamin → N'-(3-Amino-propyl)-N'-dodecylpropan-1,3-diamin

Lebensbaum (Thuja occidentalis, Thuja plicata) → Hölzer

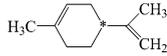
Limba (Terminalia superba) → Hölzer

**D-Limonen**

[5989-27-5]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 28  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 Sens: Sh

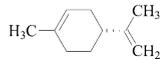
**D,L-Limonen**[138-86-3]  
und ähnliche Gemische

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sh

**L-Limonen**

[5989-54-8]

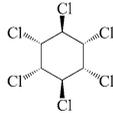


vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sh

**Lindan (γ-1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan)**

[58-89-9]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 5,6×10<sup>-5</sup>

vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,1 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 KanzKat: 4

**Lithium**

[7439-93-2]

Li

und stärker reizende

Lithiumverbindungen (wie Lithiumamid, -hydrid, -hydroxid, -nitrid, -oxid, -tetrahydroaluminat, -tetrahydroborat)

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Lithium-12-hydroxystearat**

[7620-77-1]

LiO<sub>2</sub>C-(CH<sub>2</sub>)<sub>10</sub>-CH(OH)-(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Lithiumstearat**

[4485-12-5]

LiO<sub>2</sub>C-(CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub>-CH<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Lithiumverbindungen, anorganische**

(als Li [7439-93-2]) mit Ausnahme von Lithium und stärker reizenden Lithiumverbindungen (wie Lithiumamid, -hydrid, -hydroxid, -nitrid, -oxid, -tetrahydroaluminat, -tetrahydroborat)

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,2 E  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

Lost → 2,2'-Dichlordiethylsulfid

Lyral → Hydroxymethylpentylcyclohexen-carboxaldehyd (Lyral)

Machaerium scleroxylon → Hölzer

**Magnesiumoxid**

[1309-48-4]

MgO

(alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

vgl. Abschn. Vf

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,3  
 multipliziert mit der Materialdichte  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 4

**Magnesiumoxid**

[1309-48-4]

MgO

(einatembare Fraktion)

vgl. Abschn. Vf und g

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4 E  
 SchwGr: C

**Magnesiumoxid-Rauch**

[1309-48-4]

MgO

vgl. Abschn. IIb und Vh

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Magnesium-Oxid-Sulfat**

[12286-12-3]  $\text{MgSO}_4 \cdot 5 \text{MgO} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$   
(Faserstaub)  
vgl. Abschn. III

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

Mahagoni, afrikanisches (Khaya-Arten)  
→ Hölzer

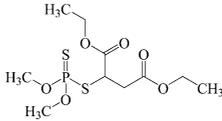
Mahagoni, amerikanisches (Swietenia-Arten)  
→ Hölzer

Makassar Ebenholz (Diospyros celebica)  
→ Hölzer

Makoré (Tieghemella heckelii) → Hölzer

**Malathion**

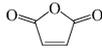
[121-75-5]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 15 E  
Spzbg: II(4)  
SchwGr: D

**Maleinsäureanhydrid**

[108-31-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,151

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,02  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,081  
Spzbg: I(1)  
Ein Momentanwert von 0,05 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 0,20 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.  
SchwGr: C  
Sens: Sah

**Mangan**

[7439-96-5]

Mn

und seine anorganischen Verbindungen  
(alveolengängige Fraktion)  
vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,02 A  
Spzbg: II(8)  
Permanganate: Kurzzeitkategorie II(1)  
SchwGr: C

**Mangan**

[7439-96-5]

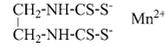
Mn

und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion)  
vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,2 E  
Spzbg: II(8)  
Permanganate: Kurzzeitkategorie II(1)  
SchwGr: C

**Mangan-N,N'-ethylen-bis-(dithiocarbamat) (Maneb)**

[12427-38-2]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

Mangan-II,III-oxid → Mangan

Mangantetroxid → Mangan

Mansonia altissima → Hölzer

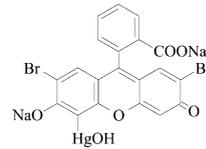
MDI → Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (MDI)

MDI-Oligomere → „polymeres MDI“

MEA → 2-Aminoethanol

**Merbromin**

[129-16-8]



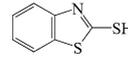
vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

2-Mercaptoacetate → Thioglykolate

**★ 2-Mercaptobenzothiazol**

[149-30-4]



DD[hPa]: <2,53×10<sup>-6</sup> hPa bei 25°C

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Sens: Sh  
KanzKat: 3

2-Mercaptobenzothiazoldisulfid  
→ Dibenzothiazylsulfid

Mercaptoessigsäure → Thioglykolsäure

2-Mercaptoimidazolin → Ethylenthioharnstoff (Imidazolidin-2-thion)

Mesitylen (1,3,5-Trimethylbenzol)  
→ Trimethylbenzol (alle Isomere)

Mesityloxid → 4-Methyl-3-penten-2-on

**Methacrylsäure**

[79-41-4]



DD[hPa]: 0,9

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 180  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C

Methacrylsäure-2-(dimethylamino)ethylester  
→ N,N'-Dimethylaminoethylmethacrylat

Methacrylsäurehydroxypropylester  
→ 2-Hydroxypropylmethacrylat

Methacrylsäuremethylester  
→ Methylmethacrylat

2-Methallylchlorid → 3-Chlor-2-methylpropen

### Methanol

[67-56-1]  $\text{H}_3\text{COH}$

DD[hPa]: 128

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 130

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Hautres: H

### Methanthiol

[74-93-1]  $\text{H}_3\text{CSH}$

DD[hPa]: 1710

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5

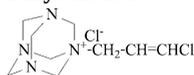
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1,0

Spzbg: I(1)

SchwGr: D

### Methenamin-3-chlorallylchlorid

[4080-31-3]



Formaldehydabspalter

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E

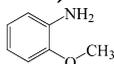
Spzbg: II(2)

SchwGr: B

Sens: Sh

### 2-Methoxyanilin (o-Anisidin)

[90-04-0]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

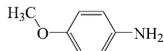
SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 2

### 4-Methoxyanilin

[104-94-9]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

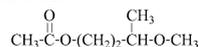
SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 3

### 3-Methoxy-n-butylacetat

[4435-53-4]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

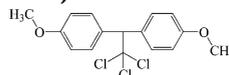
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

### Methoxychlor (DMDT)

[72-43-5]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E

Spzbg: II(8)

SchwGr: B

Hautres: H

### Methoxyessigsäure

[625-45-6]



DD[hPa]: 1,8

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3,7

Spzbg: II(2)

SchwGr: B

Hautres: H

### 2-Methoxyethanol

[109-86-4]



DD[hPa]: ~ 11

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1

MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von 2-Methoxyethanol und 2-Methoxyethylacetat.

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3,2

Spzbg: II(8)

SchwGr: B

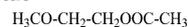
Hautres: H

2-[2-(2-Methoxyethoxy)ethoxy]ethanol

→ Triethylglykolmonomethylether

### 2-Methoxyethylacetat

[110-49-6]



DD[hPa]: 9

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1

MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von 2-Methoxyethanol und 2-Methoxyethylacetat.

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4,9

Spzbg: II(8)

SchwGr: B

Hautres: H

2-Methoxy-1-hydroxy-4-allylbenzol → Eugenol

1-Methoxy-2-(2-methoxyethoxy)ethan

→ Diethylglykoldimethylether

2-Methoxy-5-methylanilin → p-Kresidin

2-Methoxy-2-methylpropan

→ Methyl-tert-butylether

1-Methoxy-2-nitrobenzol → 2-Nitroanisol

**1-Methoxypropanol-2**[107-98-2] H3C-CHOH-CH2OCH3

DD[hPa]: 12

vgl. Abschn. XII

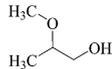
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 370

Spzbg: I(2)

SchwGr: C

**2-Methoxypropanol-1**

[1589-47-5]



DD[hPa]: 6

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5

MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von 2-Methoxypropanol-1 und 2-Methoxypropylacetat-1.

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 19

Spzbg: I(2)

SchwGr: B

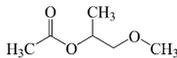
Hautres: H

2-Methoxy-4-(2-propen-1-yl)phenol → Eugenol

2-Methoxy-4-propenylphenol → Isoeugenol

**1-Methoxypropylacetat-2**

[108-65-6]

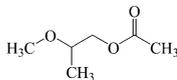
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 270

Spzbg: I(1)

SchwGr: C

**2-Methoxypropylacetat-1**

[70657-70-4]



DD[hPa]: 4,17 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5

MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von 2-Methoxypropanol-1 und 2-Methoxypropylacetat-1.

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 27

Spzbg: I(2)

SchwGr: B

Hautres: H

**Methylacetat**

[79-20-9]



DD[hPa]: 220

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 310

Spzbg: I(4)

SchwGr: C

**Methylacetylen**

[74-99-7]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**Methylacrylat**

[96-33-3]



DD[hPa]: 89

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 7,1

Spzbg: I(2)

SchwGr: C

Hautres: H

Sens: Sh

Methyläther → Dimethylether

Methylal → Dimethoxymethan

Methylalkohol → Methanol

2-Methylallylchlorid

→ 3-Chlor-2-methylpropen

**Methylamin**

[74-89-5]

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 6,4

Spzbg: I(2)

Ein Momentanwert von 10 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 13 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: C

1-Methyl-2-amino-5-chlorbenzol

→ 4-Chlor-o-toluidin

1-Methyl-2-amino-4-nitrobenzol

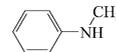
→ 2-Amino-4-nitrotoluol

Methylamylalkohol → 4-Methylpentan-2-ol

4-Methylanilin → p-Toluidin

**N-Methylanilin**

[100-61-8]



Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosomethylanilins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2,2

Spzbg: II(2)

SchwGr: D

Hautres: H

KanzKat: 3

**Methylarsenverbindungen**MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 1

KmutKat: 3A

2-Methylaziridin → Propylenimin

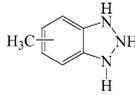
Methylbenzimidazol-2-ylcarbammat

→ Carbendazim

Methylbenzol → Toluol

**Methyl-1H-benzotriazol**

[29385-43-1]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**N-Methyl-bis(2-chlorethyl)amin**

[51-75-2]

(ClH<sub>2</sub>C-CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N-CH<sub>3</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 1  
 KmutKat: 2

Methylbromid → Brommethan

2-Methyl-1,3-butadien → Isopren  
 (2-Methyl-1,3-butadien)

Methylbutanol → Pentanol (Isomere)

**Methyl-tert-butylether**

[1634-04-4]

(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>C-O-CH<sub>3</sub>

DD[hPa]: ~ 300

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 180  
 Spzbg: I(1,5)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 3

Methylbutylketon → 2-Hexanon

Methylchloracetat  
 → Chloressigsäuremethylester

2-Methyl-4-chloranilin → 4-Chlor-o-toluidin

Methylchlorformiat  
 → Chlorameisensäuremethylester

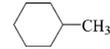
Methylchlorid → Chlormethan

Methylchloroform → 1,1,1-Trichlorethan

Methyl-2-cyanacrylat  
 → Cyanacrylsäuremethylester

**Methylcyclohexan**

[108-87-2]



DD[hPa]: 48

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200

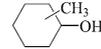
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 810

Spzbg: II(2)

SchwGr: D

**Methylcyclohexanol (alle Isomere)**

[25639-42-3]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

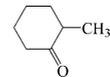
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**1-Methylcyclohexan-2-on**

[583-60-8]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Methylcyclopentan → Hexan (alle Isomere  
 außer n-Hexan) und Methylcyclopentan

Methyldibromglutarnitril  
 → 2-Brom-2-(brommethyl)pentandinitril  
 (1,2-Dibrom-2,4-dicyanbutan)

**Methyldiethanolamin**

[105-59-9]

H<sub>3</sub>C-N(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
 vorliegen.

DD[hPa]: 2,7×10<sup>-4</sup> bei 25°C

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

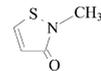
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on**

[2682-20-4]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Sens: Sh

2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on  
 → 5-Chlor-2-methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on  
 und 2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on

4-Methyl-N,N-dimethylanilin → N,  
 N-Dimethyl-p-toluidin

**4-Methyl-1,3-dioxolan-2-on**

[108-32-7]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,04

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 8,5

Spzbg: I(1)

SchwGr: C

**Methylenbis(dibutylthiocarbamat)**

[10254-57-6]

(alveolengängige Fraktion)



vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A

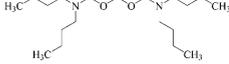
Spzbg: II(4)

SchwGr: D

**Methylenbis(dibutylthiocarbamat)**

[10254-57-6]

(einatembare Fraktion)



vgl. Abschn. Xc

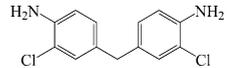
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 20 E

Spzbg: II(8)

SchwGr: D

**4,4'-Methylenbis(2-chloranilin) (MOCA)**

[101-14-4]

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

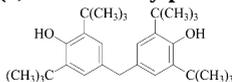
KanzKat: 2

**Methylenbis(4-cyclohexylisocyanat)**

→ 4,4'-Dicyclohexylmethandiisocyanat

**4,4'-Methylenbis(2,6-di-tert-butylphenol)**

[118-82-1]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

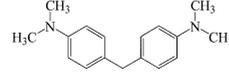
SchwGr: –

**4,4'-Methylenbis(N,N-diglycidylanilin)**

→ Tetraglycidyl-4,4'-methylenanilin

**4,4'-Methylenbis(N,N-dimethylanilin)**

[101-61-1]

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

KanzKat: 2

**4,4'-Methylenbis(N,N-dimethyl)benzamin**

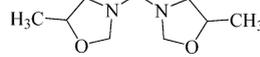
→ 4,4'-Methylenbis(N,N-dimethylanilin)

**4,4'-Methylenbis(2-methylanilin)**

→ 3,3'-Dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmethan

**N,N'-Methylenbis(5-methyloxazolidin)**

[66204-44-2]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Sens: Sh

Methylenbismorpholin → Bis(morpholino) methan

**2,2'-(Methylenbis(p-phenylenoxymethylen))**

bisoxiran → Bisphenol-F-diglycidylether

Methylenchlorid → Dichlormethan

**4,4'-Methylenanilin**

→ 4,4'-Diaminodiphenylmethan

4,4'-Methylenmorpholin → Bis(morpholino) methan

**4,4'-Methylen-di-o-toluidin**

→ 3,3'-Dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmethan

1-Methylethylbenzol → Isopropylbenzol (Cumol)

2,2'-[(1-Methylethyliden)bis(4,1-phenylenoxy-methylen)]bisoxiran

→ Bisphenol-A-diglycidylether

Methylethylketon → 2-Butanon

Methylethylketonperoxid → 2-Butanonperoxid

**1-(1-Methylethyl)-4-nitrobenzol**

→ p-Nitrocumol

**N,N-Methylethylnitrosamin**

→ N-Nitrosomethylethylamin

**N-(1-Methylethyl)-N'-phenyl-1,4-benzoldiamin**

→ N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylen-diamin

**Methylformiat**[107-31-3]  $\text{HCO-OCH}_3$ DD[hPa]: 640  
vgl. Abschn. XIIMAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 120  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C  
Hautres: H

Methylglykol → 2-Methoxyethanol

Methylglykolacetat → 2-Methoxyethylacetat

**5-Methylheptan-3-on**[541-85-5]  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3$ 

DD[hPa]: 2,4

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 53  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: D**5-Methylhexan-2-on**[110-12-3]  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{(CH}_3\text{)}_2$ 

DD[hPa]: 6

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 47  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: D

Methylhydrazin → Monomethylhydrazin

Methyliodid → Iodmethan

Methylisobutylcarbinol → 4-Methylpentan-2-ol

Methylisobutylketon → 4-Methylpentan-2-on

**Methylisocyanat**[624-83-9]  $\text{H}_3\text{C-NCO}$ 

DD[hPa]: 513

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,01  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,024  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: DMethylisothiazolinon  
→ 2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on

Methyljodid → Iodmethan

Methylmercaptan → Methanthiol

**Methylmethacrylat**[80-62-6]  $\text{H}_2\text{C=C(CH}_3\text{)-COOCH}_3$ 

DD[hPa]: 47

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 210  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C  
Sens: Sh2-Methyl-4-[(2-methylphenyl)azo]benzamin  
→ o-Aminoazotoluol

N-Methyl-1-naphthylcarbammat → Carbaryl

2-Methyl-5-nitrobenzamin  
→ 2-Amino-4-nitrotoluol2,2'-[[3-Methyl-4-[(4-nitrophenyl)azo]phenyl]-  
imino]bisethanol → Dispersionsrot 17N-Methyl-N-nitrosoanilin  
→ N-NitrosomethylphenylaminN-Methyl-N-nitrosoethamin  
→ N-NitrosomethylethylaminN-Methyl-N-nitrosomethanamin  
→ N-Nitrosodimethylamin(Z)-(2-Methylnonyl)octadec-9-enoat  
→ Isodecyloleat**N-Methylolchloracetamid**[2832-19-1]  $\text{H}_2\text{CCl-CO-NH-CH}_2\text{OH}$ Formaldehydabspalter  
vgl. Abschn. XcMAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Sens: Sh  
KanzKat: 3N-Methyl-N-oleyl-aminoessigsäure  
→ Oleylsarkosin(Z)-N-Methyl-N-(1-oxo-9-octadecenyl)glycin  
→ Oleylsarkosin

2-Methylpentan-2,4-diol → Hexylenglykol

**4-Methylpentan-2-ol**[108-11-2]  $\text{(H}_3\text{C)}_2\text{CH-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3$ 

DD[hPa]: 7

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 85  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: D**4-Methylpentan-2-on**[108-10-1]  $\text{(H}_3\text{C)}_2\text{CH-CH}_2\text{-CO-CH}_3$ DD[hPa]: 21  
vgl. Abschn. XIIMAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 83  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C  
Hautres: H2-Methyl-2-penten-4-on  
→ 4-Methyl-3-penten-2-on

**4-Methyl-3-penten-2-on**[141-79-7]  $(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}=\text{CH}-\text{CO}-\text{CH}_3$ 

DD[hPa]: 19,31 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 8,1  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

2-[(2-Methylphenoxy)methyl]oxirane

→ Kresylglycidylether

4-Methylphenyldiiodmethylsulfon

→ p-Diiodmethylsulfonyltoluol

Methylphenyldiphenylphosphat

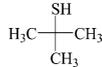
→ Diphenylkresylphosphat

2-Methyl-2-propanol → tert-Butanol

1-Methyl-1-propanthiol → 2-Butanthiol

★ **2-Methyl-2-propanthiol**

[75-66-1]



DD[hPa]: 241

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1  
 Auch bei Einhaltung des MAK-Wertes sind im Einzelfall „Geruchs-assoziierte“ Symptome nicht auszuschließen, vgl. Abschn. I e)  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3,7  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 Sens: Sh

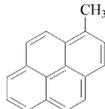
1-Methylpropylenglykol-2

→ 1-Methoxypropanol-2

Methylpropylketon → Pentan-2-on

**1-Methylpyren**

[2381-21-7]



vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**N-Methyl-2-pyrrolidon**

[872-50-4]

(Dampf)



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,32  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 82  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

Methylquecksilber

→ Quecksilberverbindungen, organische

α-Methylstyrol → 2-Phenylpropen

**Methylstyrol (alle Isomere)**

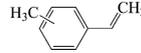
[25013-15-4]

2-Methylstyrol [611-15-4]

3-Methylstyrol [100-80-1]

4-Methylstyrol [622-97-9]

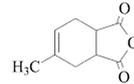
DD[hPa]: 1,5-2



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 98  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D

**Methyltetrahydrophthalsäureanhydrid**

[11070-44-3]

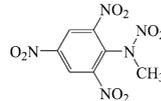


vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

**N-Methyl-N,2,4,6-tetranitroanilin**

[479-45-8]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3

Methyltoluol → Xylol (alle Isomere)

Methyltriglykol

→ Triethylenglykolmonomethylether

**Methylvinylether**

[107-25-5]

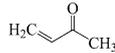


DD[hPa]: 1756

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 480  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C

**Methylvinylketon**

[78-94-4]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
Sens:	Sh

**Methylzinntris(isooctylmercaptoacetat)**

→ Methylzinnverbindungen

**Methylzinnverbindungen**

(als Sn [7440-31-5])

– **Monomethylzinnverbindungen**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,004
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,02
Spzbg:	I(1)
SchwGr:	C
Sens:	–

Für Methylzinnverbindungen, deren organische Liganden mit „Sa“ oder „Sh“ markiert sind, gelten diese Markierungen ebenfalls.

**a u ß e r**– **Methylzinntris(isooctylmercaptoacetat) (MMT (IOMA)<sub>3</sub>)**

[54849-38-6]

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,02 bei 25°C

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,2
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	1
Spzbg:	II(2)
SchwGr:	B
Sens:	–

Für Methylzinnverbindungen, deren organische Liganden mit „Sa“ oder „Sh“ markiert sind, gelten diese Markierungen ebenfalls.

**u n d**– **Bis[methylzinn-di(isooctylmercaptoacetat)]sulfid****u n d**– **Bis[methylzinn-di(2-mercaptoethyloleat)]sulfid**

[59118-99-9]

– **Dimethylzinnverbindungen**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,004
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,02
Spzbg:	I(1)
SchwGr:	C
Sens:	–

Für Methylzinnverbindungen, deren organische Liganden mit „Sa“ oder „Sh“ markiert sind, gelten diese Markierungen ebenfalls.

**a u ß e r**– **Dimethylzinnbis(isooctylmercaptoacetat) (DMT (IOMA)<sub>2</sub>)**

[26636-01-1]

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 4,4×10<sup>-3</sup> bei 25°C

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,01
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,05
Spzbg:	II(2)
SchwGr:	C
Sens:	–

Für Methylzinnverbindungen, deren organische Liganden mit „Sa“ oder „Sh“ markiert sind, gelten diese Markierungen ebenfalls.

**u n d**– **Dimethylzinnbis(2-ethylhexylmercaptoacetat) (DMT (2-EHMA)<sub>2</sub>)**

[57583-35-4]

DD[hPa]: 4,4×10<sup>-3</sup> bei 25°C**u n d**– **Bis[dimethylzinn(isooctylmercaptoacetat)]sulfid****u n d**– **Bis[dimethylzinn(2-mercaptoethyloleat)]sulfid**– **Trimethylzinnverbindungen**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,001
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,005
Spzbg:	II(4)
SchwGr:	D
Hautres:	H
Sens:	–

Für Methylzinnverbindungen, deren organische Liganden mit „Sa“ oder „Sh“ markiert sind, gelten diese Markierungen ebenfalls.

– **Tetramethylzinn**

[594-27-4]

(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>Sn

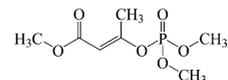
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 147 bei 25°C

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,001
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,005
Spzbg:	II(4)
SchwGr:	D
Hautres:	H

**Mevinphos**

[7786-34-7]



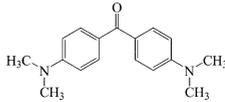
siehe Begründung „Phosdrin“. Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 1,7×10<sup>-4</sup>

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	0,01
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	0,093
Spzbg:	II(2)
Hautres:	H

**Michlers Keton**

[90-94-8]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

**Mikrobielle Labersatzstoffe: Endothiapepsin und Mucorpepsin**

vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

**Mineralöle (Erdöl), stark raffiniert**

[92062-35-6; 72623-83-7; 92045-44-8; 92045-45-9]

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: C

Mineralölsulfonsäure, Ca-Salze

→ Petroleumsulfonate, Calcium-Salze  
 (technisches Gemisch in Mineralöl)

Mineralölsulfonsäure, Na-Salze

→ Petroleumsulfonate, Natrium-Salze

**Molybdän**

[7439-98-7]

Mo

und seine Verbindungen außer

Molybdäntrioxid

vgl. Abschn. IIb und XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Molybdäntrioxid**

[1313-27-5]

MoO<sub>3</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**Monochlordifluormethan (R 22)**

[75-45-6]

CHClF<sub>2</sub>

Die Bewertung bezieht sich nur auf den reinen Stoff; Verunreinigung mit Chlorfluormethan [593-70-4] ändert die Risikobeurteilung grundlegend, siehe „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“ (12. Lieferung 1986).

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 500  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1800  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C

**Monochlordimethylether**

[107-30-2]

H<sub>3</sub>C-O-CH<sub>2</sub>Cl

Die Einstufung bezieht sich auf technischen Monochlordimethylether, der nach vorliegenden Erfahrungen bis zu 7 % Dichlordimethylether als Verunreinigung enthalten kann.

DD[hPa]: 213

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 1

**Monochloressigsäure**

[79-11-8]

ClCH<sub>2</sub>-COOH

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

Siehe auch Natriummonochloracetat.

DD[hPa]: 0,021

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2,0  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

Monochlormonofluormethan

→ Chlorfluormethan

Monochlornaphthaline → Chlorierte

Naphthaline

Monochlortrifluormethan

→ Chlortrifluormethan

Monoethanolamin → 2-Aminoethanol

Monoisopropanolamin → 1-Aminopropan-2-ol

**Monomethylhydrazin**

[60-34-4]

H<sub>3</sub>C-NH-NH<sub>2</sub>

DD[hPa]: 66,66 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3B

Monomethylzinnverbindungen

→ Methylzinnverbindungen

Mono-n-octylzinnverbindungen

→ n-Octylzinnverbindungen

**Monozyklische aromatische Amino- und Nitroverbindungen**

vgl. Abschn. III

**Montmorillonit**

[1318-93-0]  $\text{Na}_{0,33}\{(\text{Al}_{1,67}\text{Mg}_{0,33})(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]\} \times n\text{H}_2\text{O}$   
 und Bentonit [1302-78-9]

Quarzanteil muss gesondert betrachtet werden.

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**★ Morpholin**

[110-91-8]



Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosomorpholins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

DD[hPa]: 9,8

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 18

Spzbg: I(1)

Ein Momentanwert von 10 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 36 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: C

**Morpholinylcarbamoylchlorid**

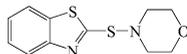
→ N-Chlorformylmorpholin

**Morpholinylcarbonylchlorid**

→ N-Chlorformylmorpholin

**Morpholinylmercaptobenzothiazol**

[102-77-2]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Sens: Sh

**Movingui (Distemonanthus benthamianus)**

→ Hölzer

**Mucorpepsin → Mikrobielle Labersatzstoffe:**

Endothiapepsin und Mucorpepsin

**Myristinsäure**

[544-63-8]

$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{12}-\text{COOH}$

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

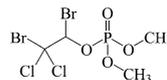
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**Naled**

[300-76-5]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,5 E

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Hautres: H

Sens: Sh

**Naphtha (Erdöl)**

mit Wasserstoff behandelte, schwere

[64742-48-9]

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 300

Spzbg: II(2)

SchwGr: D

**Naphthalan → Decahydronaphthalin****Naphthalin**

[91-20-3]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,072

vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 2

KmutKat: 3B

**Naphthaline, chlorierte → Chlorierte**

Naphthaline

**Naphthalsäureanhydrid**

[81-84-5]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Naphthensäuren und Natrium-, Calcium-, Kalium-Naphtenate**

[1338-24-5; 61790-13-4; 61789-36-4; 66072-08-0]

(technische Gemische)

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

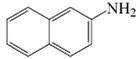
Spzbg: –

SchwGr: –

KanzKat: 3

**2-Naphthylamin**

[91-59-8]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $3,4 \times 10^{-4}$  bei 25°C

vgl. Abschn. XII

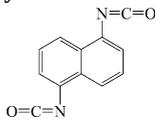
- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –
- Hautres: H
- KanzKat: 1
- KmutKat: 3A

1-Naphthylanilin → N-Phenyl-1-naphthylamin

2-Naphthylanilin → N-Phenyl-2-naphthylamin

**1,5-Naphthylendiisocyanat**

[3173-72-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. XII

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –
- Sens: Sa
- KanzKat: 3

1-Naphthylphenylamin

→ N-Phenyl-1-naphthylamin

2-Naphthylphenylamin

→ N-Phenyl-2-naphthylamin

1-Naphthylthioharnstoff → ANTU

**Natriumazid**

[26628-22-8]



- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,2 E
- Spzbg: I(2)
- SchwGr: D

Natriumbenzoat → Alkalibenzoate

Natriumbisulfid → Sulfite

**Natriumcyanid**

[143-33-9]

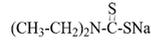


- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3,8 E
- Spzbg: II(1)
- SchwGr: C
- Hautres: H

Natriumdichloracetat → Dichloressigsäure

**Natriumdiethyldithiocarbamat**

[148-18-5]



Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.

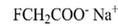
Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodiethylamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

vgl. Abschn. Xc

- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E
- Spzbg: II(2)
- SchwGr: D
- Sens: Sh

**Natriumfluoracetat**

[62-74-8]



- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05 E
- Spzbg: II(4)
- SchwGr: B
- Hautres: H

**Natriumhydroxid**

[1310-73-2]



vgl. Abschn. IIb

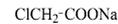
- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –

Natriummetabisulfid → Sulfite

Natriummolybdat → Molybdän

**Natriummonochloracetat**

[3926-62-3]



siehe auch Monochloressigsäure

- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E
- als Monochloressigsäure
- Spzbg: II(2)
- SchwGr: C
- Hautres: H

Natriumperfluoroctanoat → Perfluoroctansäure (PFOA)

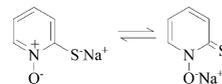
Natriumpersulfat → Alkalipersulfate

Natriumpetroleumsulfonate

→ Petroleumsulfonate, Natrium-Salze

**Natriumpyrithion**

[3811-73-2;  
15922-78-8]



vgl. Abschn. Xc

- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,2 E
- Spzbg: II(2)
- SchwGr: C
- Hautres: H

**Natriumtrichloracetat**

[650-51-1]  $\text{Cl}_3\text{C-COONa}$   
 s. auch Trichloressigsäure  
 MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: 2 E  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

Natriumwarfarin → Warfarin

Natriumzitat → Zitronensäure

**Naturgummilatex**

[9006-04-6]

vgl. Abschn. IV

Sens: Sah

Naturkautschuk → Naturgummilatex

Naturlatex → Naturgummilatex

**Nebel**

vgl. Abschn. V

**Nemalith**

[1317-43-7]  $\text{Mg}(\text{OH})_2$   
 (Faserstaub)  
 vgl. Abschn. III

MAK[ $\text{ml}/\text{m}^3$ ]: –  
 MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**Nickel und Nickelverbindungen**

(einatembare Fraktion)

Bezüglich der beim Menschen eindeutig krebserzeugend gefundenen Verbindungen, siehe „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“. Vgl. auch Fußnote 1) in Abschn. I vgl. Abschn. XII

MAK[ $\text{ml}/\text{m}^3$ ]: –

MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Sens: Sah

Die atemwegsensibilisierende Wirkung ist nur für wasserlösliche Nickelverbindungen hinreichend nachgewiesen.

KanzKat: 1

**– Nickelmetall**

[7440-02-0] Ni

**– Nickelacetat**

[373-02-4]  $\text{Ni}(\text{OOC-CH}_3)_2$   
 und vergleichbare lösliche Salze

**– Nickelcarbonat**

[3333-67-3]  $\text{NiCO}_3$

**– Nickelchlorid**

[7718-54-9]  $\text{NiCl}_2$

**– Nickelmonoxid**

[1313-99-1] NiO

**– Nickeldioxid**

[12035-36-8]  $\text{NiO}_2$

**– Dinickeltrioxid**

[1314-06-3]  $\text{Ni}_2\text{O}_3$

**– Nickelhydroxid**

[12054-48-7]  $\text{Ni}(\text{OH})_2$

**– Nickelsulfid**

[16812-54-7] NiS

**– Nickelsubdisulfid**

[12035-72-2]  $\text{Ni}_3\text{S}_2$

**– Nickelsulfat**

[7786-81-4]  $\text{NiSO}_4$

**Nickellegierungen**

Sens: –

Für Nickellegierungen, aus denen Nickel bioverfügbar ist, siehe Nickel und Nickelverbindungen.

**Nickeltitangelb**

[8007-18-9]  $(\text{Ti,Sb,Ni})\text{O}_2$

vgl. Abschn. IIb

MAK[ $\text{ml}/\text{m}^3$ ]: –

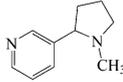
MAK[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**Nikotin**

[54-11-5]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,056

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

**Nitritotriessigsäure**

[139-13-9]



und ihre Natriumsalze

Mischexposition mit Eisenverbindungen vermeiden (FeNTA-Bildung).

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2  
 als Säure  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 4

– **Mononatriumnitritotriacetat**  
 [18994-66-6]

– **Dinatriumnitritotriacetat**  
 [15467-20-6]

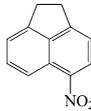
– **Dinatriumnitritotriacetat, Monohydrat**  
 [23255-03-0]

– **Trinatriumnitritotriacetat**  
 [5064-31-3]

– **Trinatriumnitritotriacetat, Monohydrat**  
 [18662-53-8]

**5-Nitroacenaphthen**

[602-87-9]



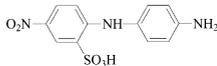
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 3,6×10<sup>-5</sup> bei 25°C (berechneter Wert)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

**4-Nitro-4'-aminodiphenylamin-2-sulfonsäure**

[91-29-2]

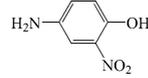


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**2-Nitro-4-aminophenol**

[119-34-6]

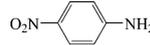


MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

4-Nitro-2-aminotoluol → 2-Amino-4-nitrotoluol

**4-Nitroanilin**

[100-01-6]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**2-Nitroanisol**

[91-23-6]



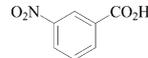
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 4,8×10<sup>-3</sup> bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

**3-Nitrobenzoesäure**

[121-92-6]



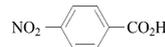
DD[hPa]: 5×10<sup>-5</sup> bei 25°C (berechneter Wert)

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

**4-Nitrobenzoesäure**

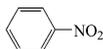
[62-23-7]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D  
 KanzKat: 3

**Nitrobenzol**

[98-95-3]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

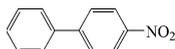
DD[hPa]: 0,3

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,51  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 KanzKat: 4

**4-Nitrobiphenyl**

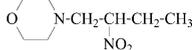
[92-93-3]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**4-(2-Nitrobutyl)morpholin (70 Gew.%) und  
 4,4'-(2-Ethyl-2-nitro-1,3-propandiyl)bis-  
 morpholin (20 Gew.%)**

[2224-44-4;  
 1854-23-5]  
 (Gemisch)



Formaldehydabspalter und Nitrosaminbildner.

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente und Korrosionsschutzmittelkomponente: siehe GefStoffV 2010, Anhang II (zu §16 Absatz 2), Nr. 4

vgl. Abschn. Xc

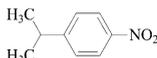
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4,2  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D  
 Sens: Sh

o-Nitrochlorbenzol → 1-Chlor-2-nitrobenzol

p-Nitrochlorbenzol → 1-Chlor-4-nitrobenzol

**p-Nitrocumol**

[1817-47-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,02 bei 25°C (berechneter Wert)

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

2-Nitro-1,4-diaminobenzol

→ 2-Nitro-p-phenylendiamin

**Nitroethan**

[79-24-3]

H<sub>3</sub>C-CH<sub>2</sub>-NO<sub>2</sub>

DD[hPa]: 20,8

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 31  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

4-Nitro-4'-[N-ethyl-N-(2-hydroxyethyl)-amino]azobenzol → Dispersionsrot 1

Nitroglycerin → Glycerintrinitrat

Nitroglykol → Ethylenglykoldinitrat

**Nitromethan**

[75-52-5]

H<sub>3</sub>C-NO<sub>2</sub>

DD[hPa]: 37

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**1-Nitronaphthalin**

[86-57-7]



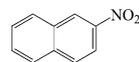
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,002 bei 25°C (berechneter Wert)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**2-Nitronaphthalin**

[581-89-5]



siehe Begründung „Dinitronaphthaline“

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 3,5×10<sup>-4</sup> bei 25°C (berechneter Wert)

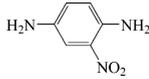
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

4-(4-Nitrophenylazo)anilin

→ Dispersionsorange 3

**2-Nitro-p-phenylendiamin**

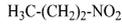
[5307-14-2]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3

**1-Nitropropan**

[108-03-2]

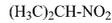


Techn. Produkte maßgeblich mit 2-Nitropropan verunreinigt, siehe dieses.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 7,4  
 Spzbg: I(8)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

**2-Nitropropan**

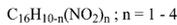
[79-46-9]



DD[hPa]: 17

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**Nitropyrene (Mono-, Di-, Tri-, Tetra-)  
 (Isomere)**



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**Nitrosamin-Entstehung**

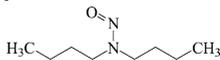
vgl. Abschn. III

**N-Nitroso-bis(2-hydroxyethyl)amin**

→ N-Nitrosodiethanolamin

**N-Nitrosodi-n-butylamin**

[924-16-3]



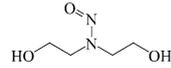
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,06 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**N-Nitrosodiethanolamin**

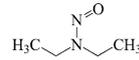
[1116-54-7]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**N-Nitrosodiethylamin**

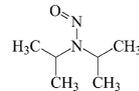
[55-18-5]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**N-Nitrosodiisopropylamin**

[601-77-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,35 bei 25°C (berechneter Wert)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**N-Nitrosodimethylamin**

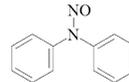
[62-75-9]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**N-Nitrosodiphenylamin**

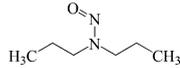
[86-30-6]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**N-Nitrosodi-n-propylamin**

[621-64-7]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,12 bei 25°C (berechneter Wert)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**Nitrosoethylanilin**

→ N-Nitrosoethylphenylamin

**N-Nitrosoethylphenylamin**

[612-64-6]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**2,2'-(Nitrosoimino)bis-ethanol**

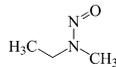
→ N-Nitrosodiethanolamin

**Nitrosomethylanilin**

→ N-Nitrosomethylphenylamin

**N-Nitrosomethylethylamin**

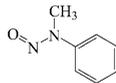
[10595-95-6]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**N-Nitrosomethylphenylamin**

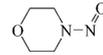
[614-00-6]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**N-Nitrosomorpholin**

[59-89-2]



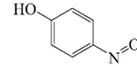
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,05 bei 25°C (berechneter Wert)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**4-Nitrosophenol**

[104-91-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,20 bei 25°C (berechneter Wert)

vgl. Abschn. IV

p-Nitrosophenol → 4-Nitrosophenol

**N-Nitrosopiperidin**

[100-75-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,12 bei 25°C (berechneter Wert)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

**N-Nitrosopyrrolidin**

[930-55-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

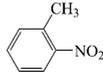
DD[hPa]: 0,08

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

5-Nitro-o-toluidin → 2-Amino-4-nitrotoluol

**2-Nitrotoluol**

[88-72-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,20

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3B

**3-Nitrotoluol**

[99-08-1]



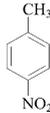
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,20

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**4-Nitrotoluol**

[99-99-0]



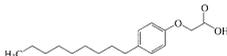
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,22 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**(4-Nonylphenoxy)essigsäure**

[3115-49-9]



vgl. Abschn. IIb und Xc

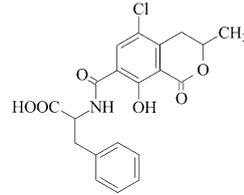
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Norfluran → 1,1,1,2-Tetrafluorethan

Obeche (Triplochiton scleroxyton) → Hölzer

**Ochratoxin A**

[303-47-9]

DD[hPa]: 4,4×10<sup>-16</sup>

KanzKat: 2  
 KmutKat: 3B

Octachlornaphthaline → Chlorierte Naphthaline

**1-Octadecanol**

[112-92-5]

HO-(CH<sub>2</sub>)<sub>17</sub>-CH<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Octadecensäure → Stearinsäure

**(Z)-9-Octadecen-1-ol**

[143-28-2]

HO-(CH<sub>2</sub>)<sub>8</sub>-CH=CH-(CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub>-CH<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

(Z)-Octadec-9-ensäure → Ölsäure

9-Octadecensäuredecylester → n-Decyloleat

Octadecyl-3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionat  
 → 3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxyphenylpropionat  
 säureoctadecylester

**Octan (alle Isomere außer Trimethylpentan-Isomere)**H<sub>3</sub>C-C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>-CH<sub>3</sub>

DD[hPa]: 15

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 500  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2400  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D

1,8-Octandicarbonsäure → Sebacinsäure

**1-Octanol**

[111-87-5]

CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>-CH<sub>2</sub>OH

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,1 bei 25°C

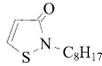
vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 54  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

Octylacetat → 2-Ethylhexylacetat

### 2-n-Octyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on

[26530-20-1]



vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05 E

Spzbg: I(2)

SchwGr: C

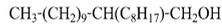
Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

Hautres: H

Sens: Sh

### 2-Octyldodecan-1-ol

[5333-42-6]



vgl. Abschn. Iib und Xc

MAK[m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

2-Octyl-2H-isothiazolin-3-on

→ 2-n-Octyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on

2-Octyl-4-isothiazolin-3-on

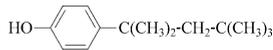
→ 2-n-Octyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on

4-Octyl-N-(4-octylphenyl)benzolamin

→ 4,4'-Dioctyldiphenylamin

### 4-tert-Octylphenol

[140-66-9]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,01

vgl. Abschn. Xc

MAK[m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]: 0,5

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4,3

Spzbg: I(1)

SchwGr: D

## n-Octylzinnverbindungen

(als Sn [7440-31-5])

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]: 0,002

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,0098

Spzbg: II(2)

Hautres: H

Sens: –

Für n-Octylzinnverbindungen, deren organische Liganden mit „Sa“ oder „Sh“ markiert sind, gelten diese Markierungen ebenfalls.

KanzKat: 4

### – Mono-n-octylzinnverbindungen

SchwGr: C

### – Di-n-octylzinnverbindungen

SchwGr: B

### – Tri-n-octylzinnverbindungen

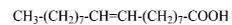
SchwGr: B

### – Tetra-n-octylzinn

SchwGr: D

## Ölsäure

[112-80-1]



vgl. Abschn. Iib und Xc

MAK[m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

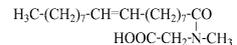
Ölsäuredecylester → n-Decyloleat

Ölsäureisodecylester → Isodecyloleat

Olaquinox → N-(2-Hydroxyethyl)-3-methyl-2-chinoxalincarboxamid-1,4-dioxid (Olaquinox)

## Oleysarkosin

[110-25-8]



DD[hPa]: 4×10<sup>-7</sup>

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05 E

Spzbg: II(2)

SchwGr: D

Ölsäure-2-ethylhexylester → 2-Ethylhexyloleat

Orthophosphorsäure → Phosphorsäure

## Osmiumtetroxid

[20816-12-0]



vgl. Abschn. Iib

MAK[m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]: –

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Ostindischer Palisander (Dalbergia latifolia)

→ Hölzer

1-Oxa-4-azacyclohexan → Morpholin

Oxacyclopentadien → Furan

**Oxalsäuredinitril**

[460-19-5] NC-CN  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 11  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

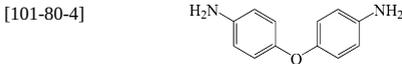
3-Oxapentan-1,5-diol → Diethylenglykol

Oxiran → Ethylenoxid

4,4'-Oxy-bis-benzolamin → 4,4'-Oxydianilin

1,1'-Oxybisethan → Diethylether

**4,4'-Oxydianilin**



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

2,2'-Oxydiethanol → Diethylenglykol

N-(Oxydiethylen)benzothiazol-2-sulfenamid  
 → Morpholinylmercaptobenzothiazol

β-Oxynaphthoesäure  
 → 3-Hydroxy-2-naphthalincarbonsäure

**Ozon**

[10028-15-6] O<sub>3</sub>  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

PAH → Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

Palisander (*Dalbergia latifolia*, *D. nigra*, *D. stevensonii*, *Machaerium scleroxylon*)  
 → Hölzer

**Palladium**

[7440-05-3]  
 und Palladiumverbindungen  
 vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

– **Palladiummetall**  
 [7440-05-3] Pd

Sens: –

– **Palladiumchlorid**  
 [7647-10-1] PdCl<sub>2</sub>

Sens: Sh

– **bioverfügbare Palladium(II)-Verbindungen**  
 Sens: Sh

**Palmitinsäure**

[57-10-3] CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>14</sub>-COOH

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Palygorskit (Faserstaub) → Attapulgit

**Papain**

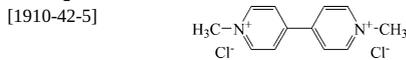
[9001-73-4]  
 vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

Paraffine, chlorierte → Chlorparaffine

Paraffinöl → Weißöl, pharmazeutisch

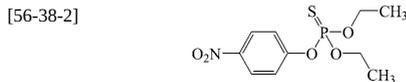
**Paraquatdichlorid**



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,1 E  
 Spzbg: I(1)  
 Hautres: H

Paratecoma peroba → Hölzer

**Parathion**



vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,1 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

**Passivrauchen am Arbeitsplatz**

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 1

PCB → Chlorierte Biphenyle

PCP → Pentachlorphenol

PCPI → 4-Chlorphenylisocyanat

**Pentaboran**[19624-22-7]  $B_5H_9$ 

DD[hPa]: 213

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,005MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,013

Spzbg: II(2)

**Pentachlorethan**[76-01-7]  $Cl_2HC-CCl_3$ MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 17

Spzbg: II(2)

SchwGr: D

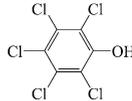
Hautres: H

KanzKat: 3

Pentachlornaphthaline → Chlorierte Naphthaline

**Pentachlorphenol**

[87-86-5]



vgl. Abschn. XIII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 2

Pentadecafluorooctansäure → Perfluorooctansäure (PFOA)

**Pentaerythritriacrylat**[3524-68-3]  $HO-CH_2-C(CH_2-O-OC-CH=CH_2)_3$ 

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Pentan (alle Isomere)**

DD[hPa]: 573

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1000MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3000

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

– **n-Pentan**[109-66-0]  $H_3C-(CH_2)_3-CH_3$ – **Isopentan**[78-78-4]  $(H_3C)_2CH-CH_2-CH_3$ – **tert-Pentan**[463-82-1]  $C(CH_3)_4$ 

1,5-Pentandial → Glutardialdehyd

**2,3-Pentandion**[600-14-6]  $CH_3-CH_2-CO-CO-CH_3$ MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,02MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,083

Spzbg: II(1)

SchwGr: D

Hautres: H

Sens: Sh

Pentan-2,4-dion → Acetylaceton

**Pentanol (Isomere)** $C_5H_{11}OH$ MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 73

Spzbg: I(2)

SchwGr: C

– **1-Pentanol**

[71-41-0]

DD[hPa]: 2,93 bei 25°C

– **2-Pentanol**

[6032-29-7]

DD[hPa]: 8,13 bei 25°C

– **3-Pentanol**

[584-02-1]

DD[hPa]: 11,7 bei 25°C

– **2-Methyl-1-butanol**

[137-32-6]

DD[hPa]: 4,15 bei 25°C

– **3-Methyl-1-butanol**

[123-51-3]

DD[hPa]: 3,15 bei 25°C

– **3-Methyl-2-butanol**

[598-75-4]

DD[hPa]: 12,17 bei 25°C

– **2-Methyl-2-butanol**

[75-85-4]

DD[hPa]: 19 bei 25°C

– **2,2-Dimethyl-1-propanol**

[75-84-3]

DD[hPa]: 21,28

– **Isomerengemische, Pentanol**

[30899-19-5; 94624-12-1]

**Pentan-2-on**[107-87-9]  $H_3C-(CH_2)_2-CO-CH_3$ 

DD[hPa]: 16

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**Pentylacetat (alle Isomere)**

- $\text{H}_3\text{C-COOC}_5\text{H}_{11}$   
 DD[hPa]: <10  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 270  
 Spzbg: I(1)
- **3-Methylbutylacetat**  
 [123-92-2]  $\text{CH}_3\text{COO}-(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$   
 DD[hPa]: 5,3  
 SchwGr: D
- **3-Pentylacetat**  
 [620-11-1]  $\text{CH}_3\text{COO}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$   
 SchwGr: D
- **2-Methylbutylacetat**  
 [624-41-9]  $\text{CH}_3\text{COO}-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$   
 SchwGr: C
- **1,1-Dimethylpropylacetat**  
 [625-16-1]  $\text{CH}_3\text{COO}-\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$   
 SchwGr: D
- **1-Methylbutylacetat**  
 [626-38-0]  $\text{CH}_3\text{COO}-\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$   
 DD[hPa]: 9,3  
 SchwGr: D
- **1-Pentylacetat**  
 [628-63-7]  $\text{CH}_3\text{COO}-(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$   
 DD[hPa]: 5,3  
 SchwGr: C

2-Pentyl-3-phenylpropenaldehyd  
 →  $\alpha$ -Amylzimtaldehyd

**Pepsin**

[9001-75-6]  
 vgl. Abschn. IV  
 Sens: Sa

Perchlorbutadien → Hexachlor-1,3-butadien

Perchlorethylen → Tetrachlorethen

**Perchlormethylmercaptan**

[594-42-3]  $\text{Cl}_3\text{C-S-Cl}$   
 vgl. Abschn. IIb  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Peressigsäure → Peroxyessigsäure

**Perfluorbutylethylen (3,3,4,4,5,5,6,6,6-Nonafluor-1-hexen)**

[19430-93-4]  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-(\text{CF}_2)_3-\text{CF}_3$   
 vgl. Abschn. IIb  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Perfluorooctansäure (PFOA)**

[335-67-1]  $\text{F}_3\text{C}(\text{CF}_2)_6\text{COOR}$   
 und ihre Salze R = Ag, H, K, NH<sub>4</sub>, Na  
 DD[hPa]: 0,69  
 vgl. Abschn. XII  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,005 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: B  
 Hautres: H  
 KanzKat: 4

**Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)**

[1763-23-1]  $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_7\text{SO}_3\text{H}$   
 und ihre Salze  
 DD[hPa]: 0,69  
 vgl. Abschn. XII  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,01 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: B  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

Perhydronaphthalin → Decahydronaphthalin

Peroba do campo (Paratecoma peroba)  
 → Hölzer

Peroba jaune (Paratecoma peroba) → Hölzer

**Peroxyessigsäure**

[79-21-0]  $\text{H}_3\text{C-CO-OOH}$   
 DD[hPa]: 19,3 bei 25°C  
 vgl. Abschn. Xa  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,32  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 4

Petroleum → Destillate (Erdöl)

**Petroleumsulfonate, Calcium-Salze (technisches Gemisch in Mineralöl)**

[61789-86-4]  
 vgl. Abschn. Xc  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: D

**Petroleumsulfonate, Natrium-Salze**

[68608-26-4]  
 vgl. Abschn. IIb und Xc  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

PHC → Propoxur

**Phenanthren**

[85-01-8]



siehe Begründung „Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)“

vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H

Phenethylalkohol → 2-Phenyl-1-ethanol

**Phenol**

[108-95-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	3
KmutKat:	3B

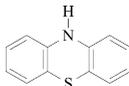
**Phenol-Formaldehyd-Kondensationsprodukte (niedermolekulare)**

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Phenothiazin**

[92-84-2]

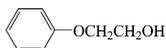


Phototoxische Wirkung  
vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

**2-Phenoxyethanol**

[122-99-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,01 bei 25°C

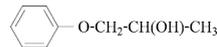
vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	1
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	5,7
Spzbg:	I(1)
SchwGr:	C

Phenoxyisopropanol → 1-Phenoxy-2-propanol

**1-Phenoxy-2-propanol**

[770-35-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,03 bei 25°C

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

Phenylacrolein → Zimtaldehyd

Phenylallylalkohol → Zimtalkohol

N-Phenylanilin → Diphenylamin

**Phenylarsenverbindungen**

[637-03-6]

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
KanzKat:	3

4-(Phenylazo)anilin → p-Aminoazobenzol

Phenylbenzol → Biphenyl

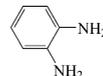
N-Phenylbenzolamin → Diphenylamin

N-Phenyl-1,4-benzoldiamin

→ 4-Aminodiphenylamin

**o-Phenylendiamin**

[95-54-5]



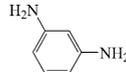
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $1,1 \times 10^{-3}$

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Sens:	Sh
KanzKat:	3

**m-Phenylendiamin**

[108-45-2]



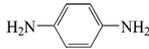
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $3,8 \times 10^{-4}$

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
Sens:	Sh
KanzKat:	3

**p-Phenylendiamin**

[106-50-3]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,01

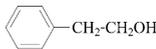
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,1 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

Hautres: H  
 Sens: Sh

Bei dem früher vor allem in der Pelzfärbung mit p-Phenylendiamin häufiger beobachteten „Ursol-Asthma“ ist eine inhalative Allergie auf p-Phenylendiamin nicht gesichert, s. „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“ (27. Lieferung 1998).  
 KanzKat: 3

**2-Phenyl-1-ethanol**

[60-12-8]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,08

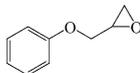
vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

Phenylglycidether → Phenylglycidylether

**Phenylglycidylether**

[122-60-1]



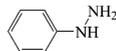
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,013 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 2

**Phenylhydrazin**

[100-63-0]



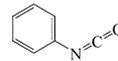
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,035 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3

**Phenylisocyanat**

[103-71-9]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

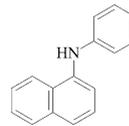
Phenylmethan → Toluol

2-(Phenylmethyl)-heptanal  
 → α-Amylzimtaldehyd

Phenylmonoglykolether → 2-Phenoxyethanol

**N-Phenyl-1-naphthylamin**

[90-30-2]



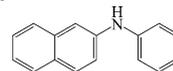
DD[hPa]: 0,000011

vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Sens: Sh

**N-Phenyl-2-naphthylamin**

[135-88-6]



DD[hPa]: <0,000011 (berechneter Wert)

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 1  
 KmutKat: 3A

Phenyl-alpha-naphthylamin

→ N-Phenyl-1-naphthylamin

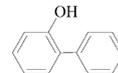
Phenyl-beta-naphthylamin

→ N-Phenyl-2-naphthylamin

4-Phenyl-nitrobenzol → 4-Nitrobiphenyl

**o-Phenylphenol**

[90-43-7]



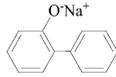
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 E  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 4

**o-Phenylphenol-Natrium**

[132-27-4]



vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 4

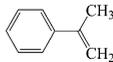
N-Phenyl-p-phenylendiamin  
 → 4-Aminodiphenylamin

Phenylphosphat (3:1), isopropyliertes  
 → Triphenylphosphat, isopropyliert

2-Phenylpropan → Isopropylbenzol (Cumol)

**2-Phenylpropan**

[98-83-9]



DD[hPa]: 3

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 250  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D

3-Phenyl-2-propen-1-al → Zimtaldehyd

3-Phenyl-2-propen-1-ol → Zimtalkohol

Phenylquecksilber → Quecksilberverbindungen,  
 organische

**Phenylzinnverbindungen**

(als Sn [7440-31-5])

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
 vorliegen.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,0004  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,002  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 KanzKat: 4

Phosdrin → Mevinphos

**Phosgen**

[75-44-5]

COCl<sub>2</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,41  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

Phosphin → Phosphorwasserstoff

**Phosphor, rot**

[7723-14-0]

P<sub>n</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Phosphor, weiß/gelb**[7723-14-0;  
12185-10-3]P<sub>4</sub>

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,01 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C

Phosphoroxidchlorid → Phosphorylchlorid

**Phosphorpentachlorid**

[10026-13-8]

PCl<sub>5</sub>

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
 vorliegen.

DD[hPa]: 0,016

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

Phosphorpentasulfid → Diphosphorpentasulfid

Phosphorpentoxid → Diphosphorpenntaoxid

o-Phosphorsäure → Phosphorsäure

**Phosphorsäure**

[7664-38-2]

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

Phosphorsäuredibutylester

→ Di-n-butylphosphat

Phosphorsäuretrimethylester

→ Trimethylphosphat

Phosphorsäuretriphenylester

→ Triphenylphosphat

**Phosphortrichlorid**

[7719-12-2]

PCl<sub>3</sub>

DD[hPa]: 129,7

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,57  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

**Phosphorwasserstoff**

[7803-51-2]

PH<sub>3</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,14  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C

**Phosphorylchlorid**

[10025-87-3]

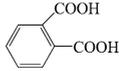
POCl<sub>3</sub>

DD[hPa]: 36

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,02  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,13  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

**o-Phthalsäure**

[88-99-3]

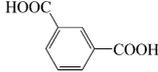


vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**m-Phthalsäure**

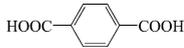
[121-91-5]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 E  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

**p-Phthalsäure**

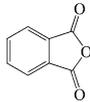
[100-21-0]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 E  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

**Phthalsäureanhydrid**

[85-44-9]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sa

Phthalsäuredi-n-butylester → Di-n-butylphthalat

Phthalsäurediisodecylester  
 → Diisodecylphthalat

**Phytasen**

vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

**Pigment Yellow 12, Pigment Yellow 13,**

**Pigment Yellow 83**

[6358-85-6; 5102-83-0; 5567-15-7]

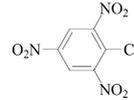
(alveolengängige Fraktion)

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,3 A  
 multipliziert mit der Materialdichte x 0,5;  
 entspricht einer angenommenen Agglomeratdichte bei  
 50% Raumerfüllung, siehe Begründung  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 4

Pikrinsäure → 2,4,6-Trinitrophenol

**Pikrylchlorid**

[88-88-0]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Piperazin**

[110-85-0]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N,N'-Dinitrosopiperazins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

DD[hPa]: 0,21  
 vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sah

2-Piperidinoethanol → N-(2-Hydroxyethyl) piperidin

2-Piperidin-1-ylethanol → N-(2-Hydroxyethyl) piperidin

**Platinverbindungen (Chloroplatinate)**

Eine Spitzenkonzentration von 2 µg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sah

pMDI → „polymeres MDI“

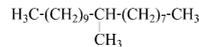
**Polyacrylsäure (neutralisiert, vernetzt)**



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05 A  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 4

**Polyalphaolefine**

versch.



CAS-Nr.  
 [68649-11-6]  
 DD[hPa]: 0,019  
 vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: C

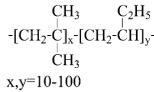
**Polybutene und Polyisobutene**

vgl. Abschn. IIb und Xc

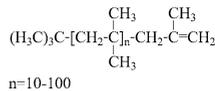
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**– Polybutene**

[9003-29-6]

**– Polyisobutene**

[9003-27-4]

**Polychlorierte Biphenyle → Chlorierte Biphenyle****Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)**

vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“ und Abschn. XII

Hautres: H

**Polydimethylsiloxane, lineare**

[63148-62-9; (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Si{O-Si(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sub>n</sub>-O-Si(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>  
 9006-65-9; n > 14  
 9016-00-6]

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Polyethylenglykole (PEG) (mittlere****Molmasse 200–600)**[25322-68-3] HO(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O)<sub>x</sub>H; x>4

Wegen möglicher Nebelbildung sollte die Exposition aus Gründen der Arbeitssicherheit und Arbeitsplatzhygiene minimiert werden.

DD[hPa]: &lt;0,1

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 250 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C

**Polyethylenglykole (PEG) (mittlere****Molmasse > 600)**

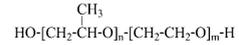
[25322-68-3]

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Polyethylenoxid → Polyethylenglykole (PEG) (mittlere Molmasse 200–600)****Polyethylenpolypropylenglykol**

[9003-11-6]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**„polymeres MDI“**

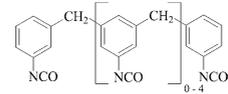
[9016-87-9]

(einatembare

Fraktion) s.

auch

Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat



„polymeres MDI“ (pMDI) ist ein technisches MDI, das 30–80 Massen-% Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat enthält; Restgehalte bestehen aus MDI-Oligomeren und MDI-Homologen.

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,05 E

Spzbg: I(1)

Ein Momentanwert von 0,1 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: C

Hautres: H

Sens: Sah

KanzKat: 4

**Poly[oxy(dimethylsilylen)]**

→ Polydimethylsiloxane, lineare

**Poly(oxy-1,2-ethandiy)l-σ-alkyloxy-α-es-**

sigsäure → Alkylethercarbonsäuren

**Polyoxyethylenoleylether**

[9004-98-2]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

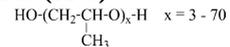
SchwGr: –

**Poly(oxy-1,2-propandiy)l-σ-alkyloxy-α-es-**

sigsäure → Alkylethercarbonsäuren

**Poly(p-phenylenterephthalamid) → p-Aramid****Polypropylenglykole (PPG)**

[25322-69-4]



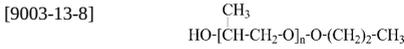
vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

**Polypropylenglykol-n-butylether**



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $1,7 \times 10^{-3}$  bei 30°C  
vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

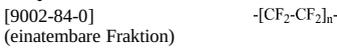
**Polytetrafluorethen**



ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh  
vgl. Abschn. Vf und Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,3 A  
multipliziert mit der Materialdichte  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: C  
KanzKat: 4

**Polytetrafluorethen**



vgl. Abschn. Vf und g und Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4 E  
SchwGr: C

Poly(2,2,4-trimethyl-1H-chinolin)  
→ 1,2-Dihydro-2,2,4-trimethylchinolin,  
polymer

**Polyvinylchlorid**



ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh  
vgl. Abschn. Vf

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,3 A  
multipliziert mit der Materialdichte  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: C  
KanzKat: 4

**Portlandzement-Staub**

[65997-15-1]

Cr(VI)-Gehalt und Quarzanteil separat zu bewerten

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Sens: –

Gilt nur für Chromat-arme Zemente mit einem Chrom (VI)-Gehalt von unter 2 ppm (2 mg/kg). Für Zemente mit einem höheren Chrom(VI)-Gehalt siehe Chrom (VI)-Verbindungen.

KanzKat: 3

6-PPD → N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin

**Propan**



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1000  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1800  
Spzbg: II(4)  
SchwGr: D

1,3-Propandicarbonsäure → Glutarsäure

1,2-Propandiol → Propylenglykol

**2-Propanol**



DD[hPa]: 44  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 500  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C

**1,3-Propansultone**

[1120-71-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,48

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 1  
KmutKat: 3A

1,2,3-Propantriol → Glycerin

**Propargylalkohol**



DD[hPa]: 11,6

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4,7  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: D  
Hautres: H

**2-Propenal**



DD[hPa]: 290  
vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 3

**2-Propen-1-ol**



DD[hPa]: 24

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 3

Propensäure-n-butylester → n-Butylacrylat

2-Propensäure-2-ethylhexylester  
→ 2-Ethylhexylacrylat

iso-Propenylbenzol → 2-Phenylpropen

4-Propenyl-2-methoxyphenol → Isoeugenol

Propin → Methylacetylen

### β-Propiolacton

[57-57-8]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2

### Propionsäure

[79-09-4]

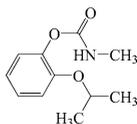


DD[hPa]: 4

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 31  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C

### Propoxur

[114-26-1]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
Spzbg: II(8)

2-Propoxyethanol → 2-(Propyloxy)ethanol

2-Propoxyethylacetat → 2-(Propyloxy)  
ethylacetat

### Propylacetat

DD[hPa]: 33

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 420  
Spzbg: I(2)

#### – n-Propylacetat

[109-60-4]



SchwGr: D

#### – Isopropylacetat

[108-21-4]



SchwGr: C

iso-Propylalkohol → 2-Propanol

Propylallyldisulfid → Allylpropyldisulfid

iso-Propylamin → 2-Aminopropan

iso-Propylbenzol → Isopropylbenzol (Cumol)

n-Propylbromid → 1-Bromopropan

Propylencarbonat  
→ 4-Methyl-1,3-dioxolan-2-on

Propylendichlorid → 1,2-Dichloropropan

### Propylenglykol

[57-55-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

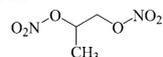
DD[hPa]: 0,11

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

### Propylenglykoldinitrat

[6423-43-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,084

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,01  
MAK-Wert für die Summe der Luftkonzentrationen von Ethylenglykoldinitrat, Glycerintrinitrat und Propylenglykoldinitrat.  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,069  
Spzbg: II(1)  
SchwGr: C  
Hautres: H

Propylenglykol-2-methylether  
→ 2-Methoxypropanol-1

Propylenglykol-2-methylether-1-acetat  
→ 2-Methoxypropylacetat-1

Propylenglykolmonoethylether  
→ 1-Ethoxy-2-propanol

Propylenglykol-1-monomethylether  
→ 1-Methoxypropanol-2

Propylenglykol-1-monomethylether-2-acetat  
→ 1-Methoxypropylacetat-2

Propylenglykol-1-phenylether  
→ 1-Phenoxy-2-propanol

### Propylenimin

[75-55-8]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2  
KmutKat: 3B

1,2-Propylenoxid → 1,2-Epoxypropan

iso-Propylether → Diisopropylether

iso-Propylglycidether → Isopropylglycidylether

n-Propylglykol → 2-(Propyloxy)ethanol

n-Propylglykolacetat → 2-(Propyloxy)ethylacetat

**n-Propylnitrat**

[627-13-4]  $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_2-\text{ONO}_2$

vgl. Abschn. IIb

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –

**2-(Propyloxy)ethanol**

[2807-30-9]  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_2-\text{OH}$

DD[hPa]: 6,4 bei 25°C

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 43
- Spzbg: I(2)
- SchwGr: C
- Hautres: H

**2-(Propyloxy)ethylacetat**

[20706-25-6]  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_2-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,67

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 120
- Spzbg: I(2)
- SchwGr: C
- Hautres: H

4-iso-Propylphenylisocyanat

→ 4-Isopropylphenylisocyanat

**Proteine pflanzlichen oder tierischen**

**Ursprungs**

vgl. Abschn. IVe

Pseudocumol (1,2,4-Trimethylbenzol)

→ Trimethylbenzol (alle Isomere)

PVC → Polyvinylchlorid

**Pyren**

[129-00-0]



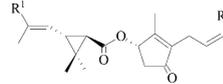
siehe Begründung „Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)“

vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“

- Hautres: H

**Pyrethrum**

[8003-34-7]



vgl. Abschn. IIb und XII

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
  - MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
  - Spzbg: –
  - SchwGr: –
  - Sens: Sh
- Gilt nicht für die insektiziden Inhaltsstoffe (Pyrethrine und Cinerine) und für synthetische Derivate (Pyrethroide), sondern nur für in der Droge und deren ungereinigten Extrakten enthaltene Inhaltsstoffe (u.a. α-Methylensesquiterpenlactone, z.B. Pyrethrosin).

**Pyridin**

[110-86-1]



DD[hPa]: 20

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –
- Hautres: H
- KanzKat: 3

3-Pyridyl-N-methylpyrrolidin → Nikotin

**Pyrolyseprodukte aus org. Material**

vgl. Abschn. III

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –

**Pyrrolidin**

[123-75-1]



Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosopyrrolidins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

vgl. Abschn. IIb und Xc

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –
- Hautres: H

Quarz → Siliciumdioxid, kristallin

**Quecksilber**

[7439-97-6]

Hg

und seine anorganischen Verbindungen (als Hg berechnet)  
vgl. Abschn. XII

- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,02 E
- Spzbg: II(8)
- SchwGr: D
- Hautres: H
- Sens: Sh
- KanzKat: 3

**Quecksilberverbindungen, organische**

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H
Sens:	Sh
KanzKat:	3

Quercus-Arten → Hölzer

R-134a → 1,1,1,2-Tetrafluorethan

Ramin (*Gonystylus bancanus*) → Hölzer**Rauche**

vgl. Abschn. V

Refrigerant 134a → 1,1,1,2-Tetrafluorethan

**Resorcin**

[108-46-3]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $3 \times 10^{-4}$  bei 25°C

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Sens:	Sh

Resorcin-bis(2,3-epoxy-propyl)ether  
→ Diglycidylresorcinether**Rhodium**

[7440-16-6]

Rh

und seine anorganischen  
Verbindungen

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
KanzKat:	3

Riesenlebensbaum (*Thuja plicata*) → HölzerRio Palisander (*Dalbergia nigra*) → Hölzer**Rizinusproteine**

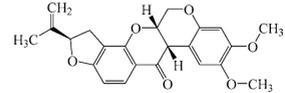
vgl. Abschn. IV

Sens:	Sa
-------	----

Roggen → Getreidemehlstäube

Roteiche, amerikanische (*Quercus rubra*)  
→ Hölzer**Rotenon**

[83-79-4]



vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
Hautres:	H

Rotzeder (*Thuja plicata*) → Hölzer

Ruße → Industrieruße (Carbon Black)

**Salpetersäure**

[7697-37-2]

HNO<sub>3</sub>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–

Salzsäure → Chlorwasserstoff

Santos Palisander (*Machaerium scleroxylon*)  
→ HölzerSapelli (-Mahagoni) (*Entandrophragma  
cylindricum*) → Hölzer**Schlackenwolle (Faserstaub)**

vgl. Abschn. III

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	–
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	–
Spzbg:	–
SchwGr:	–
KanzKat:	3

**Schmierstoffe**

Schmierstoffe enthalten Kohlenwasserstoffgemische, die aufgrund ihrer Zusammensetzung als Partikel-Dampfgemische auftreten können.

vgl. Abschn. Xc

**Schwefeldioxid**

[7446-09-5]

SO<sub>2</sub>

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	1
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	2,7
Spzbg:	I(1)

Ein Momentanwert von 1 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 2,7 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr:	C
---------	---

**Schwefelhexafluorid**

[2551-62-4]

SF<sub>6</sub>

MAK[ml/m <sup>3</sup> ]:	1000
MAK[mg/m <sup>3</sup> ]:	6100
Spzbg:	II(8)
SchwGr:	D

**Schwefelkohlenstoff**

[75-15-0] CS<sub>2</sub>  
 DD[hPa]: 400  
 vgl. Abschn. XII  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 16  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: B  
 Hautres: H

Schwefel-Lost → 2,2'-Dichloräthylsulfid

Schwefelpentafluorid → Dischwefeldecafluorid  
 (Schwefelpentafluorid)

**Schwefelsäure**

[7664-93-9] H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,1 E  
 Spzbg: I(1)  
 Ein Momentanwert von 0,2 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht  
 überschritten werden.  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 4

**Schwefelwasserstoff**

[7783-06-4] H<sub>2</sub>S  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 7,1  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C

**Sebacinsäure**

[111-20-6] HO<sub>2</sub>C-(CH<sub>2</sub>)<sub>8</sub>-CO<sub>2</sub>H  
 vgl. Abschn. IIb und Xc  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Selen**

[7782-49-2] Se  
 und seine anorganischen  
 Verbindungen (als Se berechnet)  
 vgl. Abschn. XII  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,02 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3

**Selenwasserstoff**

[7783-07-5] H<sub>2</sub>Se  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,006  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,02  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 3

Senfgas → 2,2'-Dichloräthylsulfid

**Sepiolith (Faserstaub)**

versch. CAS-Nr. und Formeln, z.B.

vgl. Abschn. III  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

– **Sepiolith**  
 [18307-23-8] Mg<sub>9</sub>H<sub>6</sub>(SiO<sub>3</sub>)<sub>12</sub> · 10 H<sub>2</sub>O

– **Sepiolith**  
 [15501-74-3] Mg<sub>2</sub>H<sub>2</sub>(SiO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O

**Sesquiterpenlactone**

vgl. Abschn. IV  
 Sens: Sh

– **Alantolacton**  
 [546-43-0]

– **Anthecotolid**  
 [23971-84-8]

– **Arteglasin A**  
 [33204-39-6]

– **Carabron**  
 [1748-81-8]

– **Costunolid**  
 [553-21-9]

– **Dehydrocostuslacton**  
 [477-43-0]

– **(+)-Frullanolid und (-)-Frullanolid**  
 [40776-40-7; 27579-97-1]

– **Helenalin**  
 [6754-13-8]

– **Isoalantolacton**  
 [470-17-7]

– **Lactucin**  
 [1891-29-8]

– **Laurenobolid**  
 [35001-25-3]

– **Parthenin**  
 [508-59-8]

– **Parthenolid**  
 [20554-84-1]

– **α-Peroxyacholid**  
 [134954-21-5]

– **Pyrethrosin**  
 [28272-18-6]

**Sevofluran**

[28523-86-6] (CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH-O-CH<sub>2</sub>F

vgl. Abschn. IIb  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Silber**

[7440-22-4]

Ag

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,1 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: D

Silberperfluorooctanoat → Perfluorooctansäure  
 (PFOA)

**Silbersalze**

(als Ag [7440-22-4] berechnet)

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,01 E  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D

**Siliciumcarbid**

[409-21-2]

SiC

(faserfrei)  
 vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Siliciumcarbid**

[409-21-2]

SiC

(Faserstaub) (einschließlich  
 Whisker)  
 vgl. Abschn. III

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

**Siliciumdioxid, kristallin**

(alveolengängige Fraktion)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 1

## – Quarz

[14808-60-7]

## – Cristobalit

[14464-46-1]

## – Tridymit

[15468-32-3]

Sipo (-Mahagoni) (Entandrophragma utile)  
 → Hölzer

**Sojabohneninhaltsstoffe**

vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

**Stäube**

vgl. Abschn. V

**Stearinsäure**

[57-11-4]

CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub>-COOH

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Steinkohlengrubenstaub**

(alveolengängige Fraktion)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

Steinkohlenteere, Steinkohlenteerpeche,  
 Steinkohlenteeröle → Pyrolyseprodukte aus  
 org. Material

**Steinwolle (Faserstaub)**

vgl. Abschn. III

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

**Stickstoffdioxid**

[10102-44-0]

NO<sub>2</sub>

DD[hPa]: 960

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,95  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: D  
 KanzKat: 3

Stickstoff-Lost → N-Methyl-bis(2-chlorethyl)  
 amin

**Stickstoffmonoxid**

[10102-43-9]

NO

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,63  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D

**Stickstoffwasserstoffsäure**

[7782-79-8]

HN<sub>3</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,18  
 Spzbg: I(2)

Stieleiche (Quercus robur) → Hölzer

**Strontium**

[7440-24-6]

Sr

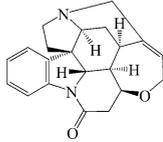
und seine anorganischen  
 Verbindungen  
 vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

Strontiumchromat → Chrom(VI)-Verbindungen

**Strychnin**

[57-24-9]

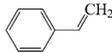


vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Styrol**

[100-42-5]



DD[hPa]: 6

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20  
 siehe Definition der Kanzerogenitätskategorie 5 und  
 jeweilige Begründung  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 86  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 5

**Subtilisine**

vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

Succinylsäure → Bernsteinsäure

Sucupira (Bowdichia nitida) → Hölzer

**Sulfite**

[14265-45-3]

Löst pseudoallergische Reaktionen aus, siehe  
 „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von  
 MAK-Werten“ (26. Lieferung 1998).  
 vgl. Abschn. IV

**Sulfotep**

[3689-24-5]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
 vorliegen.

DD[hPa]: 2,2×10<sup>-4</sup>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,01  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,13  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

Swietenia-Arten → Hölzer

2,4,5-T → 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure  
 (2,4,5-T)

Tabebuia avellanedae → Hölzer

Tabebuia serratifolia → Hölzer

**Talk**

[14807-96-6] Mg<sub>3</sub>(OH)<sub>2</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>  
 (asbestfaserfrei) (alveolengängige  
 Fraktion)

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

Talleol → Tallöl, destilliert

**Tallöl, destilliert**

[8002-26-4]

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Sens: Sh  
 Gilt nur für Abietinsäure-haltige Tallöldestillate (siehe  
 auch Begründung Abietinsäure 2002).

Tallöl, Harz- und Fettsäuren → Tallöl, destilliert

Tallölderivate (Abietinsäure) → Abietinsäure

Tallölderivate (Ölsäure) → Ölsäure

**Tantal**

[7440-25-7] Ta  
 (alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh  
 vgl. Abschn. Vf

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,3 A  
 multipliziert mit der Materialdichte  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 4

**Tantal**

[7440-25-7] Ta

(einatembare Fraktion)  
 vgl. Abschn. Vf und g

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4 E  
 SchwGr: C

Tartrat → Weinsäure

TBTO → n-Butylzinnverbindungen

TCDD → 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin

Teak (Tectona grandis) → Hölzer

Tectona grandis → Hölzer

TEDP → Sulfotep

**Tellur**

[13494-80-9] Te  
und seine anorganischen  
Verbindungen  
vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

**TEPP (Tetraethylpyrophosphat)**

[107-49-3] [(H<sub>3</sub>C-CH<sub>2</sub>-O)<sub>2</sub>PO]<sub>2</sub>O

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol  
vorliegen.

DD[hPa]: 0,03

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,005  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,060  
Spzbg: II(2)  
Hautres: H

Terephthalsäure → p-Phthalsäure

Terminalia ivorensis → Hölzer

Terminalia superba → Hölzer

**Terpentinöl**

[8006-64-2]

DD[hPa]: 6,6

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 28  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: D  
Hautres: H  
Sens: Sh

Testbenzin → Naphtha (Erdöl)

**1,1,2,2-Tetrabromethan**

[79-27-6] Br<sub>2</sub>HC-CHBr<sub>2</sub>

vgl. Abschn. IIb

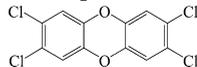
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

2,4,5,6-Tetrachlorbenzo-1,3-dinitril

→ Chlorthalonil

**2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin**

[1746-01-6]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1,0E-8 E  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: C  
Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und  
bestätigt  
Hautres: H  
KanzKat: 4

**1,1,1,2-Tetrachlor-2,2-difluorethan (R 112a)**

[76-11-9] ClF<sub>2</sub>C-CCl<sub>3</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1700  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: D

**1,1,1,2-Tetrachlor-1,2-difluorethan (R 112)**

[76-12-0] Cl<sub>2</sub>FC-CCl<sub>2</sub>F

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1700  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: D

**1,1,1,2-Tetrachlorethan**

[79-34-5] Cl<sub>2</sub>HC-CHCl<sub>2</sub>

DD[hPa]: 6,4

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 14  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: D  
Hautres: H  
KanzKat: 4

**Tetrachlorethen**

[127-18-4] Cl<sub>2</sub>C=CCl<sub>2</sub>

DD[hPa]: 19

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 69  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C  
Hautres: H  
KanzKat: 3

Tetrachlorethylen → Tetrachlorethen

Tetrachlorisophthalsäuredinitril → Chlorthalonil

Tetrachlorkohlenstoff → Tetrachlormethan  
(Tetrachlorkohlenstoff)

**Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff)**

[56-23-5] CCl<sub>4</sub>

DD[hPa]: 120

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3,2  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C  
Hautres: H  
KanzKat: 4

Tetrachlornaphthaline → Chlorierte Naphthaline

α,α,α,4-Tetrachlortoluol  
→ 4-Chlorbenzotrithlorid

**1-Tetradecanol**[112-72-1]  $\text{HO}-(\text{CH}_2)_{13}-\text{CH}_3$ 

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $1,5 \times 10^{-4}$  bei 25°C (berechneter Wert)  
vgl. Abschn. IIb und XcMAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

Tetradecansäure → Myristinsäure

Tetraethylblei → Bleitetraethyl

Tetraethyldiphosphat → TEPP (Tetraethylpyrophosphat)

O,O,O,O-Tetraethyldithiodiphosphat (TEDP)  
→ Sulfotep**Tetraethylglykoldiacrylat**[17831-71-9]  $\begin{array}{l} \text{O}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_2-\text{OC}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ | \\ (\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_2-\text{OC}-\text{CH}=\text{CH}_2 \end{array}$ 

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Tetraethylglykoldimethacrylat**[109-17-1]  $\begin{array}{l} \text{O}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_2-\text{OC}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2 \\ | \\ (\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_2-\text{OC}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2 \end{array}$ 

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Tetraethylsilicat**[78-10-4]  $\text{Si}(\text{OCH}_2-\text{CH}_3)_4$ 

DD[hPa]: ~2

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 86  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: D

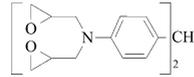
Tetrafluorethan → 1,1,1,2-Tetrafluorethan

**1,1,1,2-Tetrafluorethan**[811-97-2]  $\text{F}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{F}$ 

DD[hPa]: 5700

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1000  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4200  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: C**Tetrafluorethen**[116-14-3]  $\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$ MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
KanzKat: 2**trans-1,3,3,3-Tetrafluorpropen**[29118-24-9]  $\text{F}_3\text{C}-\text{C}=\text{CF}$ MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1000  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4700  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C**2,3,3,3-Tetrafluorpropen**[754-12-1]  $\text{H}_2\text{C}=\text{CF}-\text{CF}_3$ MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 200  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 950  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C**Tetraglycidyl-4,4'-methylendianilin**

[28768-32-3]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Tetrahydrobenzotriazol**

[6789-99-7]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –**Tetrahydrofuran**

[109-99-9]

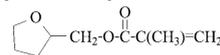


DD[hPa]: 200

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 150  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C  
Hautres: H  
KanzKat: 4**Tetrahydrofurfurylmethacrylat**

[2455-24-5]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $9,4 \times 10^{-3}$ 

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

3a,4,7,7a-Tetrahydro-4,7-methanoinden

→ Dicycloptadien

Tetrahydromethyl-1,3-isobenzofuranion

→ Methyltetrahydrophthalsäureanhydrid

**Tetrahydronaphthalin**

[119-64-2]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,24

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 11  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

Tetrahydro-1,4-oxazin → Morpholin

**Tetrahydrothiophen (THT)**

[110-01-0]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 183  
 Spzbg: I(1)  
 SchwGr: C

Tetralin → Tetrahydronaphthalin

Tetramethylblei → Bleitetramethyl

4-(1,1,3,3-Tetramethylbutyl)phenol  
→ 4-tert-OctylphenolTetramethyldiaminobenzophenon → Michlers  
Keton

Tetramethyldiaminodiphenylacetiminhydrochlorid → Auramin

N,N,N',N'-Tetramethyl-4,4'-diaminodiphenylmethan → 4,4'-Methylenbis(N,N-dimethylanilin)

**Tetramethylharnstoff (TMU)**

[632-22-4]

((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>N)<sub>2</sub>CO

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Tetramethylsuccinitril**

[3333-52-6]

NC-C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-CN

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 9,8×10<sup>-3</sup>

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

Tetramethylthiramdisulfid → Thiram

Tetramethylthiuramdisulfid → Thiram

Tetramethylzinn → Methylzinnverbindungen

3,3',4,4'-Tetraminobiphenyl

→ 3,3'-Diaminobenzidin und sein Tetrahydrochlorid

**Tetranitromethan**

[509-14-8]

C(NO<sub>2</sub>)<sub>4</sub>

DD[hPa]: 11

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 2

Tetraphosphor → Phosphor, weiß/gelb

Tetryl → N-Methyl-N,2,4,6-tetranitroanilin

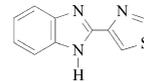
**Thalliumverbindungen, löslich**

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Thiabenzazol**

[148-79-8]



vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 20 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C

Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

KmutKat: 5

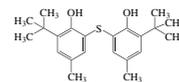
2-(4'-Thiazolyl)benzimidazol → Thiabenzazol

Thimerosal → Thiomersal

2,2'-Thiobis-(4,6-dichlorphenol) → Bithionol

**★ 2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol)**

[90-66-4]

DD[hPa]: 1×10<sup>-5</sup>

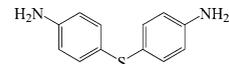
vgl. Abschn. Vf und g und Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4 E  
 SchwGr: D

Thiocarbamid → Thioharnstoff

**4,4'-Thiodianilin**

[139-65-1]

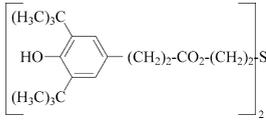


MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 2

p,p'-Thiodianilin → 4,4'-Thiodianilin

**Thiodiethylenbis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionsäureester)**

[41484-35-9]



vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m³]: 2 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: D

**Thioglykolate**

MAK[mg/m³]: 2 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C  
Hautres: H  
Sens: Sh

**Thioglykolsäure**

[68-11-1] HS-CH<sub>2</sub>-COOH

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,1  
vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m³]: –  
MAK[mg/m³]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
Sens: Sh

Thioglykolsäure-monoglycerylester  
→ Glycerylmonothioglykolat

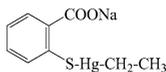
**Thioharnstoff**

[62-56-6] H<sub>2</sub>N-CS-NH<sub>2</sub>

MAK[ml/m³]: –  
MAK[mg/m³]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Sens: Sh SP  
KanzKat: 3

**Thiomersal**

[54-64-8]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

Thioperoxydicarbonyldiamid → Thiram

Thiophosphorsäuretriphenylester → O,O,  
O-Triphenylmonothiophosphat

2-Thiourea → Thioharnstoff

**Thiram**

[137-26-8] [(H<sub>3</sub>C)<sub>2</sub>N-CS]<sub>2</sub>S<sub>2</sub>

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodimethylamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

MAK[mg/m³]: 1 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C  
Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt  
Sens: Sh

Thiuram → Thiram

THU → Thioharnstoff

Thuja occidentalis → Hölzer

Thuja plicata → Hölzer

Tiama (Entandrophragma angolense) → Hölzer

Tieghemella africana → Hölzer

Tieghemella heckelii → Hölzer

**Tierhaare, -epithelien und andere Stoffe tierischer Herkunft**

vgl. Abschn. IV

Sens: Sah

**Titandioxid**

[13463-67-7] TiO<sub>2</sub>

(alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

vgl. Abschn. Vf

MAK[mg/m³]: 0,3 A  
multipliziert mit der Materialdichte  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: C  
KanzKat: 4

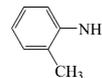
TMTD → Thiram

TNT → 2,4,6-Trinitrotoluol

o-Tolidin → 3,3'-Dimethylbenzidin

**o-Toluidin**

[95-53-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

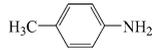
DD[hPa]: 0,18

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m³]: –  
MAK[mg/m³]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 1  
KmutKat: 3A

**p-Toluidin**

[106-49-0]



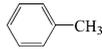
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,38 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3

**Toluol**

[108-88-3]

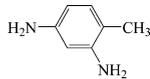


DD[hPa]: 37,9 bei 25°C  
 vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 190  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H

**2,4-Tolylendiamin**

[95-80-7]



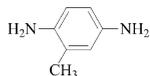
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $2,3 \times 10^{-4}$  bei 25°C  
 vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3B

**2,5-Tolylendiamin**

[95-70-5]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $4,5 \times 10^{-3}$  bei 25°C  
 vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Tolylendiisocyanate**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. XII

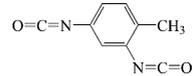
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,001  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,007  
 Spzbg: I(1)

Ein Momentanwert von 0,005 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 0,035 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: C  
 Sens: Sah

**– 2,4-Tolylendiisocyanat**

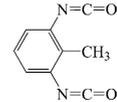
[584-84-9]



DD[hPa]: 0,011

**– 2,6-Tolylendiisocyanat**

[91-08-7]



DD[hPa]: 0,028 bei 25°C

**– Tolylendiisocyanate, Gemisch**

[26471-62-5]

**Tolyldiiodmethylsulfon**

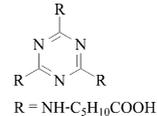
→ p-Diiodmethylsulfonyltoluol

Traubeneiche (*Quercus petraea*) → Hölzer

Tremolit (Faserstaub) → Asbest

**Triazintriyltriiminotrihexansäure**

[80584-91-4]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

1H-1,2,4-Triazol-3-amin → Amitrol

**Tribrommethan**

[75-25-2]

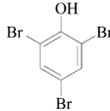
CHBr<sub>3</sub>

DD[hPa]: 7

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**2,4,6-Tribromphenol**

[118-79-6]



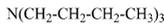
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. IIb

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –

**Tri-n-butylamin**

[102-82-9]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung von N-Nitroso-di-n-butylamin führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

DD[hPa]: 0,12 bei 25°C

vgl. Abschn. IIb

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –

**Tri-n-butylphosphat**

[126-73-8]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 1,5×10<sup>-3</sup> bei 25°C

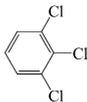
- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 11
- Spzbg: II(2)
- SchwGr: C
- Hautres: H
- KanzKat: 4

**Tri-n-butylzinnverbindungen**

→ n-Butylzinnverbindungen

★ **1,2,3-Trichlorbenzol**

[87-61-6]



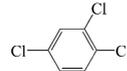
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,28 hPa bei 25°C

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,38
- Spzbg: II(2)
- SchwGr: C
- Hautres: H
- Sens: Sh

★ **1,2,4-Trichlorbenzol**

[120-82-1]



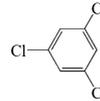
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,61 hPa bei 25°C

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,38
- Spzbg: II(2)
- SchwGr: C
- Hautres: H

★ **1,3,5-Trichlorbenzol**

[108-70-3]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,32 hPa bei 25°C

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,38
- Spzbg: II(2)
- SchwGr: C
- Hautres: H

1,1,1-Trichlor-2,2-bis-(4-chlorphenyl)ethan  
→ DDT (1,1,1-Trichlor-2,2-bis(4-chlorphenyl)-ethan)

**2,3,4-Trichlor-1-buten**

[2431-50-7]



- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –
- Hautres: H
- KanzKat: 2

**Trichloressigsäure**

[76-03-9]



s. auch Natriumtrichloracetat

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,1

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,2
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1,4
- Spzbg: I(1)
- SchwGr: C

**1,1,1-Trichlorethan**

[71-55-6]



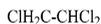
DD[hPa]: 133

vgl. Abschn. XII

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 550
- Spzbg: II(1)
- SchwGr: C
- Hautres: H

**1,1,2-Trichlorethan**

[79-00-5]



DD[hPa]: 25

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5,5

Spzbg: I(2)

SchwGr: D

Hautres: H

KanzKat: 3

**Trichlorethen**

[79-01-6]



DD[hPa]: 77

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 1

KmutKat: 3B

Trichlorethylen → Trichlorethen

**Trichlorfluormethan (R 11)**

[75-69-4]



DD[hPa]: 889

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1000MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5700

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Trichlormethan → Chloroform

1-Trichlormethylbenzol →  $\alpha,\alpha,\alpha$ -Trichlortoluol

Trichlornaphthaline → Chlorierte Naphthaline

**Trichlornitromethan**

[76-06-2]



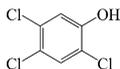
DD[hPa]: 25

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,1MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,68

Spzbg: I(1)

**2,4,5-Trichlorphenol**

[95-95-4]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]:  $8 \times 10^{-3}$  bei 25°C

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

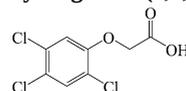
**2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure (2,4,5-T)**

[93-76-5]

einschließlich

Salze und

Ester

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Hautres: H

**1,2,3-Trichlorpropan**

[96-18-4]



DD[hPa]: 4,5

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

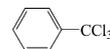
SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 2

 **$\alpha,\alpha,\alpha$ -Trichlortoluol**

[98-07-7]

s. auch  $\alpha$ -Chlortoluole

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,2

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 2

2,4,6-Trichlor-1,3,5-triazin → Cyanurchlorid

**1,1,2-Trichlor-1,2,2-trifluorethan (R 113)**

[76-13-1]



DD[hPa]: 360

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 500MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3900

Spzbg: II(2)

SchwGr: D

iso-Tridecanol → Isotridecanol

Tridymit → Siliciumdioxid, kristallin

**Triethanolamin**

[102-71-6]

DD[hPa]:  $4,8 \times 10^{-6}$  bei 25°C

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E

Spzbg: I(1)

SchwGr: C

**Triethylamin**

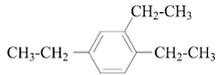
[121-44-8] (H<sub>3</sub>C-CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>N

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodiethylamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

DD[hPa]: 72  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4,2  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: D

**1,2,4-Triethylbenzol**

[877-44-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 34  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H

**Triethylglykol**

[112-27-6] HOCH<sub>2</sub>-(CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>OH

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. Wegen möglicher Nebelbildung sollte die Exposition aus Gründen der Arbeitssicherheit und Arbeitsplatzhygiene minimiert werden.

DD[hPa]: 0,003  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1000 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: B

**Triethylglykol-n-butylether**

[143-22-6] HO-((CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>O)<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>

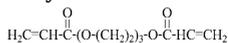
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 3,3×10<sup>-3</sup> bei 25°C  
 vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –

**Triethylglykoldiacrylat**

[1680-21-3]

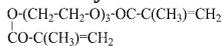


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Triethylglykoldimethacrylat**

[109-16-0]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Triethylglykolmonomethylether**

[112-35-6] CH<sub>3</sub>-(O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>-OH

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 4,7×10<sup>-3</sup> bei 25°C (berechneter Wert)  
 vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 50 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C

**Triethylentetramin**

[112-24-3] NH<sub>2</sub>-[(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-NH]<sub>2</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub>

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

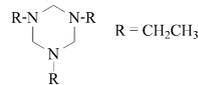
DD[hPa]: 5,5×10<sup>-4</sup> bei 25°C  
 vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

1,3,5-Triethylhexahydro-s-triazin → N,N',N''-Triethylhexahydro-1,3,5-triazin

**N,N',N''-Triethylhexahydro-1,3,5-triazin**

[7779-27-3]



Formaldehydabspalter  
 vgl. Abschn. Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

Trifluorbrommethan → Bromtrifluormethan (R13 B1)

1,1,1-Trifluor-2,2-dichlorethan  
 → 2,2-Dichlor-1,1,1-trifluorethan (R 123)

★ **Triglyceride**

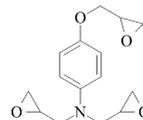
(Lardöl, Palmöl, Rapsöl, Sojaöl)

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: C

**Triglycidyl-p-aminophenol**

[5026-74-4]

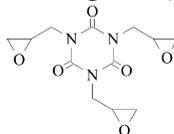


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Triglycidylisocyanurat (Isomerengemisch)**

[2451-62-9]

 $\alpha$ -Isomer [59653-73-5] $\beta$ -Isomer [59653-74-6]

vgl. Abschn. IV

Sens: Sah

**Triisobutylphosphat**

[126-71-6]

O=P(O-CH<sub>2</sub>-CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)<sub>3</sub>

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,02

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

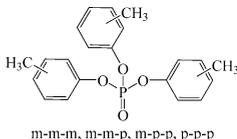
Sens: Sh

**Trikresylphosphat, Isomere, „frei von o-Isomeren“**

[1330-78-5;

563-04-2;

78-32-0]



vgl. Abschn. Xc

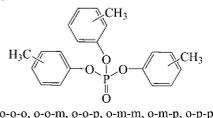
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 E

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

**Trikresylphosphat, Summe aller o-Isomere**

[78-30-8]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,001MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,015

Spzbg: II(8)

SchwGr: D

Hautres: H

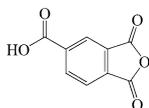
KanzKat: 3

Trimangantetroxid → Mangan

**Trimellitsäureanhydrid**

[552-30-7]

(Rauch)

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,04 A

Spzbg: I(1)

Sens: Sa

**Trimethylamin**

[75-50-3]

N(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodimethylamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

DD[hPa]: 1900

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4,9

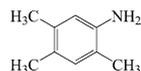
Spzbg: I(2)

Ein Momentanwert von 5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 12 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: C

**2,4,5-Trimethylanilin**

[137-17-7]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,057 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

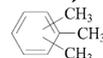
Hautres: H

KanzKat: 2

N,N,4-Trimethylanilin → N,N-Dimethyl-p-toluidin

**Trimethylbenzol (alle Isomere)**

[25551-13-7]



DD[hPa]: 2-6

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 20MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 100

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

– 1,2,3-Trimethylbenzol

[526-73-8]

– 1,2,4-Trimethylbenzol

[95-63-6]

– 1,3,5-Trimethylbenzol

[108-67-8]

2,4,5-Trimethylbenzolamin

→ 2,4,5-Trimethylanilin

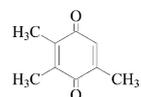
1,7,7-Trimethylbicyclo(2.2.1)heptan-2-on

→ Kampfer

Trimethylcarbinol → tert-Butanol

**Trimethylchinon**

[935-92-2]

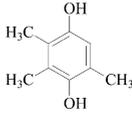


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Trimethylhydrochinon**

[700-13-0]

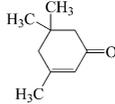


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**3,5,5-Trimethyl-2-cyclohexen-1-on**

[78-59-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,33

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 11  
 Spzbg: I(2)  
 SchwGr: C  
 KanzKat: 3

**3,7,11-Trimethyl-2,6,10-dodecatrien-1-ol**

→ Farnesol

**3,5,5-Trimethylhexansäure** → Isononensäure

**Trimethylolpropantriacrylat**

[15625-89-5] H3C-CH2-C(CH2-O-OC-CH=CH2)3

vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Trimethylpentan (alle Isomere)**

H3C-C6H12-CH3

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 100  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 470  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D

**Trimethylphosphat**

[512-56-1]

(H3CO)3PO

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,59

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 KanzKat: 3  
 KmutKat: 2

**Trimethylphosphit**

[121-45-9]

(H3CO)3P

vgl. Abschn. IIb

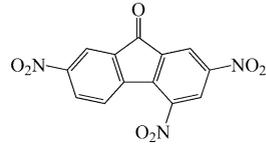
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H

**Trimethylzinnverbindungen**

→ Methylzinnverbindungen

**2,4,7-Trinitrofluorenon**

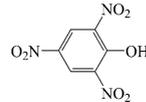
[129-79-3]



MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 KanzKat: 3

**2,4,6-Trinitrophenol**

[88-89-1]



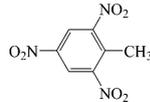
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3

**2,4,6-Trinitrophenylmethylnitramin**

→ N-Methyl-N,2,4,6-tetranitroanilin

**2,4,6-Trinitrotoluol**

[118-96-7]

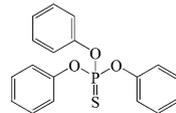


vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3B

**O,O,O-Triphenylmonothiophosphat**

[597-82-0]



DD[hPa]: <0,00001

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 20 E  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D

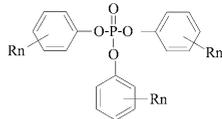
**Triphenylphosphan** → Triphenylphosphin

**Triphenylphosphat**

[115-86-6]

DD[hPa]:  $1 \times 10^{-5}$  bei 25°C (berechneter Wert)  
vgl. Abschn. XcMAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 10 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C**Triphenylphosphat, isopropyliert**

[68937-41-7]

DD[hPa]:  $1 \times 10^{-7}$  bei 25°C (berechneter Wert)  
vgl. Abschn. XcMAK[mg/m<sup>3</sup>]: 1 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: C**★ Triphenylphosphin**

[603-35-0]

DD[hPa]:  $1,2 \times 10^{-6}$  bei 20°C extrapoliertMAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
Spzbg: II(2)  
SchwGr: D  
Sens: Sh

Triplochiton scleroxylon → Hölzer

**Tripropylenglykoldiacrylat**

[42978-66-5]

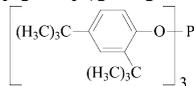


vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Tris(2,4-di-tert-butylphenyl)phosphit**

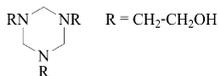
[31570-04-4]



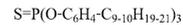
vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –**N,N',N''-Tris(β-hydroxyethyl)hexahydro-1,3,5-triazin**

[4719-04-4]

Formaldehydabspalter  
vgl. Abschn. IIb und XcMAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Sens: Sh**Tris[(2- oder 4-)C9-C10-isoalkylphenyl]-phosphorthioat**

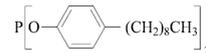
[126019-82-7]

DD[hPa]:  $2,8 \times 10^{-10}$  bei 25°C extrapoliert  
vgl. Abschn. IIb und XcMAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

Tris[(2- oder 4-)C9-C10-isoalkylphenyl]thio-phosphat → Tris[(2- oder 4-)C9-C10-isoalkyl-phenyl]phosphorthioat

**Tris(nonylphenyl)phosphit**

[26523-78-4]



vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

Tritolylphosphat, Isomere, „frei von o-Isomeren“ → Trikresylphosphat, Isomere, „frei von o-Isomeren“

Tropische Akazie (Acacia melanoxylon)  
→ Hölzer**Trypsin und Chymotrypsin**

[9002-07-7; 9004-07-3]

vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

**Uran**

[7440-61-1]

U

und seine schwer löslichen  
anorganischen Verbindungen  
vgl. Abschn. XIIMAK[mg/m<sup>3</sup>]: –Der Grenzwert der Strahlenschutzkommission von 20 mSv pro Jahr bzw. 400 mSv pro Arbeitsleben entspricht bei einem MMAD von 5 µm ungefähr 25 µg Uran/m<sup>3</sup> für schwerlösliche und 250 µg Uran/m<sup>3</sup> für lösliche Uranverbindungen. Der Wert für die löslichen Uranverbindungen schützt nicht vor der Nierentoxizität.Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2  
KmutKat: 3A

**Uranverbindungen, lösliche anorganische**

vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Der Grenzwert der Strahlenschutzkommission von 20 mSv pro Jahr bzw. 400 mSv pro Arbeitsleben entspricht bei einem MMAD von 5 µm ungefähr 25 µg Uran/m<sup>3</sup> für schwerlösliche und 250 µg Uran/m<sup>3</sup> für lösliche Uranverbindungen. Der Wert für die löslichen Uranverbindungen schützt nicht vor der Nierentoxizität.

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 3

KmutKat: 3A

Urethan → Ethylcarbamat

Utile (-Mahagoni) (*Entandrophragma utile*)

→ Hölzer

**Vanadium**

[7440-62-2]

V

und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion)

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

KanzKat: 2

KmutKat: 2

**Vinylacetat**

[108-05-4]

H<sub>2</sub>C=CHOOCH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

DD[hPa]: 120

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 36

Spzbg: I(1)

Ein Momentanwert von 20 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 71 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: C

Hautres: H

KanzKat: 4

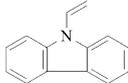
Vinylbutyrolactam → N-Vinyl-2-pyrrolidon

9-Vinylcarbazol → Vinylcarbazol

N-Vinylcarbazol → Vinylcarbazol

**Vinylcarbazol**

[1484-13-5]



vgl. Abschn. IV

Sens: Sh

**Vinylchlorid**

[75-01-4]

H<sub>2</sub>C=CHCl

vgl. Abschn. XII

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

KanzKat: 1

1-Vinylcyclohexen-3 → Vinylcyclohexen

4-Vinylcyclohexen → Vinylcyclohexen

**Vinylcyclohexen**

[100-40-3]



DD[hPa]: 20

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

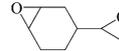
SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 2

**4-Vinyl-1,2-cyclohexendieoxid**

[106-87-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,13

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

Spzbg: –

SchwGr: –

Hautres: H

KanzKat: 2

Vinylethylether → Ethylvinylether

Vinylidenchlorid → 1,1-Dichlorethen

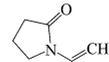
Vinylidenfluorid → 1,1-Difluorethen (R 1132a)

Vinylisobutylether → Isobutylvinylether

Vinylmethylether → Methylvinylether

**N-Vinyl-2-pyrrolidon**

[88-12-0]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,15 bei 25°C

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,01MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,047

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

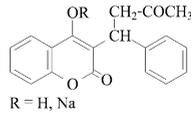
Hautres: H

KanzKat: 4

Vinyltoluol → Methylstyrol (alle Isomere)

**Warfarin**

[81-81-2]  
und  
Natriumwarfa-  
rin [129-06-6]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,09

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,0016  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,02  
MAK-Wert für Natriumwarfarin 0,02 mg/m<sup>3</sup> E  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: B  
Hautres: H

**Wasserstoffperoxid**

[7722-84-1]

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,71  
Spzbg: I(1)  
SchwGr: C  
KanzKat: 4

**Weinsäure**

[87-69-4]

HO<sub>2</sub>C-CHOH-CHOH-CO<sub>2</sub>H

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C

**Weißöl, pharmazeutisch**

[8042-47-5]

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A  
Spzbg: II(4)  
SchwGr: C

Weißzeder (*Thuja occidentalis*) → Hölzer

Weizen → Getreidemehlstäube

Western Red Cedar (*Thuja plicata*) → Hölzer

Westindisches Grenadillholz (*Brya ebenus*)

→ Hölzer

**Wolfram**

[7440-33-7]

W

und seine Verbindungen

vgl. Abschn. IIb

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

Wolframcarbid → Hartmetall, Wolframcarbid-  
und Cobalt-haltig

**Wollastonit**

[13983-17-0]

CaSiO<sub>3</sub>

(Faserstaub)

vgl. Abschn. IIb

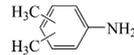
MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

**Xylanasen**

[37278-89-0]

vgl. Abschn. IV

Sens: Sa

**Xylidin (Isomere)**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 3  
KmutKat: 3B

**– 2,3-Xylidin**

[87-59-2]

DD[hPa]: 0,1 bei 25°C

**– 2,5-Xylidin**

[95-78-3]

DD[hPa]: 0,2

**– 3,4-Xylidin**

[95-64-7]

DD[hPa]: 0,04 bei 25°C

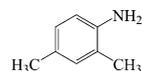
**– 3,5-Xylidin**

[108-69-0]

DD[hPa]: 0,2 bei 25°C

**2,4-Xylidin**

[95-68-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –  
Hautres: H  
KanzKat: 2

**2,6-Xylidin**

[87-62-7]

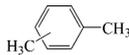


Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –
- Hautres: H
- KanzKat: 2

**Xylol (alle Isomere)**

[1330-20-7]



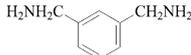
Bei größerer körperlicher Aktivität sollte durch biologisches Monitoring die Einhaltung des BAT-Wertes regelmäßig überprüft werden.

DD[hPa]: 8  
vgl. Abschn. XII

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 50
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 220
- Spzbg: II(2)
- SchwGr: D
- Hautres: H

**m-Xylylendiamin**

[1477-55-0]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,04  
vgl. Abschn. IV

- Sens: Sh

**Yttrium**

[7440-65-5]

und seine Verbindungen  
vgl. Abschn. IIb

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –

Zement → Portlandzement-Staub

Zeolithe (Faserstaub) → Erionit

**Zeolithe, synthetische, nicht faserförmig**

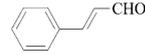
[1318-02-1]

vgl. Abschn. IIb

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –

**Zimtaldehyd**

[104-55-2]



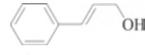
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,029  
vgl. Abschn. IV

- Sens: Sh

**Zimtalkohol**

[104-54-1]



Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

DD[hPa]: 0,012 bei 25°C  
vgl. Abschn. IV

- Sens: Sh

**Zink**

[7440-66-6]

Zn

und seine anorganischen  
Verbindungen (alveolengängige  
Fraktion)

- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,1 A
- Spzbg: I(4)
- SchwGr: C
- Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

**Zink**

[7440-66-6]

Zn

und seine anorganischen  
Verbindungen (einatembare  
Fraktion)

- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E
- Spzbg: I(2)
- Zinkchlorid: Kurzzeitkategorie I(1)
- SchwGr: C
- Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

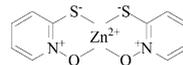
Zinkchromat → Chrom(VI)-Verbindungen

Zinkdimethyldithiocarbamat → Ziram

Zinkmolybdat → Molybdän

**Zinkpyrithion**

[13463-41-7]



vgl. Abschn. IIb

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –
- Hautres: H

**Zinn**

[7440-31-5]

Sn

und seine anorganischen  
Verbindungen  
vgl. Abschn. IIb

- MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –
- MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –
- Spzbg: –
- SchwGr: –

Zinnverbindungen, organische (n-Butyl-)  
→ n-Butylzinnverbindungen

Zinnverbindungen, organische (Ethyl-)  
→ Ethylzinnverbindungen

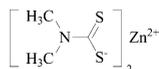
Zinnverbindungen, organische (Methyl-)  
→ Methylzinnverbindungen

Zinnverbindungen, organische (n-Octyl-)  
→ n-Octylzinnverbindungen

Zinnverbindungen, organische (Phenyl-)  
→ Phenylzinnverbindungen

### Ziram

[137-30-4]



MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,01 E  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C  
Sens: Sh

### Zirkonium

[7440-67-7]

Zr

und seine Verbindungen (außer  
Zirkoniumdioxid)  
vgl. Abschn. IIb

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Spzbg: –  
SchwGr: –

### Zirkoniumdioxid

[1314-23-4;  
12036-23-6]

ZrO<sub>2</sub>

(alveolengängige Fraktion)

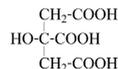
ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh  
vgl. Abschn. Vf

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,3 A  
multipliziert mit der Materialdichte  
Spzbg: II(8)  
SchwGr: C  
KanzKat: 4

Zitrate → Zitronensäure

### Zitronensäure

[77-92-9]



vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E  
Spzbg: I(2)  
SchwGr: C

### Zitronensäure, Alkalisalze

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
Der MAK-Wert für Zitronensäure (2 mg/m<sup>3</sup>) schützt vor  
Reizwirkung, höherer Wert für Alkalisalze nicht zu  
begründen.  
Spzbg: –  
SchwGr: –

Zyankali → Kaliumcyanid

**b) Stoffe, für die derzeit keine MAK-Werte aufgestellt werden können**

Die Kommission hat folgende Stoffe überprüft, für die weder aus Erfahrungen am Menschen noch aus Tierversuchen hinreichende Informationen für die Aufstellung von MAK-Werten vorliegen. Die toxikologischen Daten und Bewertungen sind online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

- Acetessigsäureethylester [141-97-9]
- Adipinsäuredimethylester [627-93-0] s. auch Dicarbonsäure(C4-C6)-dimethylester
- 2-Aminopyridin [504-29-0]
- Ammoniumsulfamat [7773-06-0]
- Antimonwasserstoff [7803-52-3]
- Arsenwasserstoff [7784-42-1]
- Benzaldehyd [100-52-7]
- Benzalkoniumchlorid [8001-54-5]
- Bernsteinsäuredimethylester [106-65-0] s. auch Dicarbonsäure(C4-C6)-dimethylester
- Bisphenol-A-diglycidylether [1675-54-3]
- Boroxid [1303-86-2]
- Bortrifluorid [7637-07-2]
- Brom [7726-95-6]
- 2-Butanol [78-92-2]
- 2-Butylacetat [105-46-4]
- 2-tert-Butyl-p-kresol [2409-55-4]
- p-tert-Butyltoluol [98-51-1]
- γ-Butyrolacton [96-48-0]
- Chloracetylchlorid [79-04-9]
- o-Chloranilin [95-51-2]
- m-Chloranilin [108-42-9]
- Chlorbenzoesäure (alle Isomere)
- Chlorcyan [506-77-4]
- Chlorierte Diphenyloxide versch. CAS-Nr. [55720-99-5]
- Chlorierte Diphenyloxide bilden eine Gruppe von Verbindungen mit unterschiedlichem Grad und Ort der Chlorsubstitution. Chlorierte Diphenyloxide mit geringem Chloranteil können als Partikel-Dampfgemisch auftreten, während chlorierte Diphenyloxide mit hohem Chloranteil ausschließlich als Partikel auftreten.
- Chlorierte Naphthaline
- Chlorierte Naphthaline bilden eine Gruppe von Verbindungen mit unterschiedlichem Grad und Ort der Chlorsubstitution. Chlorierte Naphthaline mit geringem Chloranteil können als Partikel-Dampfgemisch auftreten, während chlorierte Naphthaline mit hohem Chloranteil ausschließlich als Partikel auftreten.
- 4-Chlormethylbiphenyl [1667-11-4]
- 1-Chlor-3-nitrobenzol [121-73-3]
- 1-Chlor-1-nitropropan [600-25-9]
- Chlortrifluorid [7790-91-2]
- Chromhexacarbonyl [13007-92-6]
- Chrom(III)-Verbindungen
- Cyanacrylsäureethylester [7085-85-0]
- Cyclohexanol [108-93-0]
- Cyclohexen [110-83-8]
- 1,3-Cyclopentadien [542-92-7]

Demeton [8065-48-3]  
siehe Abschn. XII, BAT-Werte-Liste, Acetylcholinesterasehemmer.

Desfluran [57041-67-5]

Diallylphthalat [131-17-9]

1,2-Diaminoethan [107-15-3]

Diboran [19287-45-7]

Dibromdifluormethan [75-61-6]

3,4-Dichloranilin [95-76-1]

1,1-Dichlor-1-nitroethan [594-72-9]

2,2-Dichlorpropionsäure [75-99-0]

2,2-Dichlorpropionsäure, Natriumsalz [127-20-8]

Dicyandiamid [461-58-5]

Dicyclohexylamin [101-83-7]  
Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung von N-Nitrosodicyclohexylamin führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

Dicyclohexylaminnitrit [3129-91-7]

Diethylglykoldinitrat [693-21-0]

Diketen [674-82-8]  
siehe Begründung „Keten“

Dimethylaminopropionitril [1738-25-6]

1,3-Dimethylbutylacetat [108-84-9]

2,6-Dimethylheptan-4-on [108-83-8]

Dimethylsulfid [75-18-3]

4,6-Dinitro-o-kresol [534-52-1]

Dipentamethylthiuramdisulfid [94-37-1]

Diphenylkresylphosphat [26444-49-5]

Diphosphorpentasulfid [1314-80-3]

Dischwefeldecafluorid (Schwefelpentafluorid) [5714-22-7]

Dischwefeldichlorid [10025-67-9]

Divinylbenzol (alle Isomere) [1321-74-0]

Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) [60-00-4]  
Mischexposition mit Eisenverbindungen vermeiden (FeEDTA-Bildung).

2-Ethylhexansäure [149-57-5]

N-Ethylmorpholin [100-74-3]

Ethylvinylether [109-92-2]

Ethylzinnverbindungen

Ferbam [14484-64-1]

Ferrovandium [12604-58-9]

Fluor [7782-41-4]

Formamid [75-12-7]

Germaniumtetrahydrid [7782-65-2]

Glutarsäuredimethylester [1119-40-0] s. auch Dicarbonsäure(C4-C6)-dimethylester

Gold [7440-57-5] und seine anorganischen Verbindungen

Hafnium [7440-58-6] und seine Verbindungen

Hexachlorcyclopentadien [77-47-4]

Hydroxyessigsäurebutylester [7397-62-8]

2-Hydroxyethylmethacrylat [868-77-9]

3-Hydroxy-2-naphthalincarbonsäure [92-70-6]

Hydroxypropylacrylat (alle Isomere) [25584-83-2]

Imidazol [288-32-4]  
Iod [7553-56-2] und anorganische Iodide  
Isophorondiamin [2855-13-2]  
4-Isopropylphenylisocyanat [31027-31-3]  
Kampfer [76-22-2]  
Keten [463-51-4]  
D,L-Limonen [138-86-3] und ähnliche Gemische  
L-Limonen [5989-54-8]  
Lithium [7439-93-2] und stärker reizende Lithiumverbindungen (wie Lithiumamid, -hydrid, -hydroxid, -nitrid, -oxid, -tetrahydroaluminat, -tetrahydroborat)  
Magnesiumoxid-Rauch [1309-48-4]  
3-Methoxy-n-butylacetat [4435-53-4]  
Methylacetylen [74-99-7]  
Methylcyclohexanol (alle Isomere) [25639-42-3]  
1-Methylcyclohexan-2-on [583-60-8]  
Methylvinylketon [78-94-4]  
Molybdän [7439-98-7] und seine Verbindungen außer Molybdäntrioxid  
Montmorillonit [1318-93-0] und Bentonit [1302-78-9]  
Quarzanteil muss gesondert betrachtet werden.  
Morpholinylmercaptobenzothiazol [102-77-2]  
Natriumhydroxid [1310-73-2]  
Nickeltitangelb [8007-18-9]  
Nikotin [54-11-5]  
Osmiumtetroxid [20816-12-0]  
Palladium [7440-05-3] und Palladiumverbindungen  
Pentan-2-on [107-87-9]  
Perchlormethylmercaptan [594-42-3]  
Perfluorbutylethylen (3,3,4,4,5,5,6,6,6-Nonafluor-1-hexen) [19430-93-4]  
Phosphor, rot [7723-14-0]  
o-Phthalsäure [88-99-3]  
Phthalsäureanhydrid [85-44-9]  
Platinverbindungen (Chloroplatinate)  
Eine Spitzenkonzentration von 2 µg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.  
n-Propylnitrat [627-13-4]  
Pyrethrum [8003-34-7]  
Resorcin [108-46-3]  
Rotenon [83-79-4]  
Salpetersäure [7697-37-2]  
Sevofluran [28523-86-6]  
Siliciumcarbid [409-21-2] (faserfrei)  
Strontium [7440-24-6] und seine anorganischen Verbindungen  
Strychnin [57-24-9]  
Tellur [13494-80-9] und seine anorganischen Verbindungen  
1,1,2,2-Tetrabromethan [79-27-6]  
Tetramethylharnstoff (TMU) [632-22-4]  
Tetramethylsuccinitril [3333-52-6]  
Thalliumverbindungen, löslich  
Thioglykolsäure [68-11-1]

2,4,6-Tribromphenol [118-79-6]  
 Tri-n-butylamin [102-82-9]  
 Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung von N-Nitroso-di-n-butylamin führen, vgl. Abschn. III  
 „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.  
 2,4,5-Trichlorphenol [95-95-4]  
 Triisobutylphosphat [126-71-6]  
 Trimethylphosphit [121-45-9]  
 Wolfram [7440-33-7] und seine Verbindungen  
 Wollastonit [13983-17-0] (Faserstaub)  
 Yttrium [7440-65-5] und seine Verbindungen  
 Zeolithe, synthetische, nicht faserförmig [1318-02-1]  
 Zinkpyrithion [13463-41-7]  
 Zinn [7440-31-5] und seine anorganischen Verbindungen  
 Zirkonium [7440-67-7] und seine Verbindungen (außer Zirkoniumdioxid)

### **Kühlschmierstoffe, Hydraulikflüssigkeiten und andere Schmierstoffe**

(vgl. Abschn. Xc)

Abietinsäure [514-10-3]  
 Schließt auch Disproportionierungs- und Umlagerungsprodukte ein.  
 Alkylamine, C11–C14-verzweigte, Monohexyl- und Dihexylphosphate [80939-62-4]  
 Alkylbenzolsulfonate C10–C14, lineare [69669-44-9; 85117-50-6]  
 Alkylethercarbonsäuren  
 2-Amino-2-ethyl-1,3-propandiol [115-70-8]  
 1-Aminopropan-2-ol [78-96-6]  
 Aminotris(methylenphosphonsäure) [6419-19-8] und ihre Natriumsalze  
 Azelainsäure [123-99-9]  
 Behensäure [112-85-6]  
 1,2-Benzisothiazol-3(2H)-on [2634-33-5]  
 Benzylalkoholmono(poly)hemiformal [14548-60-8]  
 Formaldehydabspalter  
 ★ Bis(O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S')dioxodi-μ-thioxodimolybdän  
 [68958-92-9; 72030-25-2]  
 N,N-Bis(2-ethylhexyl)-[(1,2,4-triazol-1-yl)methyl]amin [91273-04-0]  
 Bis(2-ethylhexyl)zinkdithiophosphat [4259-15-8]  
 1,3-Bis(hydroxymethyl)harnstoff [140-95-4]  
 Formaldehydabspalter  
 Bis(morpholino)methan [5625-90-1]  
 Formaldehydabspalter  
 Bithionol [97-18-7]  
 2-Brom-2-(brommethyl)pentandinitril (1,2-Dibrom-2,4-dicyanbutan) [35691-65-7]  
 2-Brom-2-nitropropan-1,3-diol [52-51-7]  
 Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente und Korrosionsschutzmittelkomponente: siehe GefStoffV 2010,  
 Anhang II (zu §16 Absatz 2), Nr. 4  
 N-Butyl-1,2-benzisothiazolin-3-on [4299-07-4]  
 Calciumbis(dinonylnaphthalinsulfonat) [57855-77-3]  
 5(oder 6)-Carboxy-4-hexyl-2-cyclohexen-1-octansäure [53980-88-4]  
 2-Chloracetamid [79-07-2]  
 p-Chlor-m-kresol [59-50-7]  
 Chlorthalonil [1897-45-6]  
 Dibenzyldisulfid [150-60-7]

- 2,2-Dibrom-2-cyanacetamid [10222-01-2]  
 3-(3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-N'-[3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propanoyl]propanhydrazid [32687-78-8]  
 2,6-Di-tert-butylphenol [128-39-2]  
 Di-n-butylphosphonat [1809-19-4] s. auch Di-n-octylphosphonat  
 Diethyltriaminpentakis(methylenphosphonsäure) [15827-60-8] und ihre Natriumsalze [22042-96-2]  
 1,2-Dihydro-2,2,4-trimethylchinolin, polymer [26780-96-1]  
 p-Diiodmethylsulfonyltoluol [20018-09-1]  
 1,3-Dimethylol-5,5-dimethylhydantoin [6440-58-0]  
 4,4'-Dioctyldiphenylamin [101-67-7]  
 Di-n-octylphosphonat [1809-14-9] s. auch Di-n-butylphosphonat  
 Diphenylamin, Reaktionsprodukte mit Styrol und 2,4,4-Trimethylpenten [68921-45-9]  
 Diphenylamin, octyliert (Benzolamin, N-Phenyl-, Reaktionsprodukte mit 2,4,4-Trimethylpenten) [68411-46-1]  
 Dithio-2,2'-bis(benzmethylamid) [2527-58-4]  
 Dodecandisäure [693-23-2]  
 1-Dodecanol [112-53-8]  
 5-Ethyl-3,7-dioxa-1-azabicyclo[3.3.0]octan (EDA0) [7747-35-5]  
 Formaldehydabspalter  
 2-Ethylhexandiol-1,3 [94-96-2]  
 ★ Fettalkoholethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt [68920-66-1]  
 1-Hexadecanol [36653-82-4]  
 Hexamethylentetramin [100-97-0]  
 Formaldehydabspalter  
 1-Hexanol [111-27-3]  
 2-Hexyldecanol [2425-77-6]  
 1-Hydroxyethan-1,1-diphosphonsäure [2809-21-4] und ihre Natrium- und Kaliumsalze  
 1-Hydroxyethyl-2-heptadecenyl-imidazolin [21652-27-7]  
 2-Hydroxymethyl-2-nitropropan-1,3-diol [126-11-4]  
 Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente und Korrosionsschutzmittelkomponente: siehe GefStoffV 2010, Anhang II (zu §16 Absatz 2), Nr. 4  
 12-Hydroxystearinsäure [106-14-9]  
 Isononansäure [3302-10-1] [26896-18-4]  
 Isooctadecanol [27458-93-1]  
 Isotridecanol [27458-92-0]  
 Lithium-12-hydroxystearat [7620-77-1]  
 Lithiumstearat [4485-12-5]  
 Methyl-1H-benzotriazol [29385-43-1]  
 Methyl-diethanolamin [105-59-9]  
 2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on [2682-20-4]  
 4,4'-Methylenbis(2,6-di-tert-butylphenol) [118-82-1]  
 N,N'-Methylenbis(5-methyloxazolidin) [66204-44-2]  
 Myristinsäure [544-63-8]  
 3-Nitrobenzoesäure [121-92-6]  
 (4-Nonylphenoxy)essigsäure [3115-49-9]  
 1-Octadecanol [112-92-5]  
 (Z)-9-Octadecen-1-ol [143-28-2]  
 2-Octyldodecan-1-ol [5333-42-6]

Ölsäure [112-80-1]

Palmitinsäure [57-10-3]

Petroleumsulfonate, Natrium-Salze [68608-26-4]

Phenothiazin [92-84-2]

Phototoxische Wirkung

1-Phenoxy-2-propanol [770-35-4]

2-Phenyl-1-ethanol [60-12-8]

Piperazin [110-85-0]

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N,N'-Dinitrosopiperazins führen, vgl. Abschn. III

III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

Polybutene und Polyisobutene

Polydimethylsiloxane, lineare [63148-62-9; 9006-65-9; 9016-00-6]

Polyethylenglykole (PEG) (mittlere Molmasse > 600) [25322-68-3]

Polyethylenpolypropylenglykol [9003-11-6]

Polyoxyethylenoleylether [9004-98-2]

Polypropylenglykole (PPG) [25322-69-4]

Polypropylenglykol-n-butylether [9003-13-8]

Propylenglykol [57-55-6]

Pyrrolidin [123-75-1]

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosopyrrolidins führen, vgl. Abschn. III

III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

Sebacinsäure [111-20-6]

Stearinsäure [57-11-4]

Tallöl, destilliert [8002-26-4]

1-Tetradecanol [112-72-1]

Tetrahydrobenzotriazol [6789-99-7]

Triazintrilyltriiminotrihexansäure [80584-91-4]

Triethylenglykol-n-butylether [143-22-6]

Tris(2,4-di-tert-butylphenyl)phosphit [31570-04-4]

N,N',N''-Tris(β-hydroxyethyl)hexahydro-1,3,5-triazin [4719-04-4]

Formaldehydabspalter

Tris[(2- oder 4-)C9-C10-isoalkylphenyl]phosphorthioat [126019-82-7]

Tris(nonylphenyl)phosphit [26523-78-4]

Zitronensäure, Alkalisalze

Der MAK-Wert für Zitronensäure (2 mg/m<sup>3</sup>) schützt vor Reizwirkung, höherer Wert für Alkalisalze nicht zu begründen.

### III. Krebserzeugende Arbeitsstoffe

Krebserzeugende Substanzen können aufgrund fortgeschrittener Erkenntnisse zu Wirkungsmechanismen und Wirkungsstärke differenzierter als bisher bewertet werden. Auf dieser Grundlage wurde 1998 ein erweitertes Einstufungsschema eingeführt<sup>23</sup>). Die früheren Abschnitte IIIA1, IIIA2 und IIIB wurden in die Kategorien 1, 2 und 3 des Abschnittes III der MAK- und BAT-Werte-Liste umbenannt und um die Kategorien 4 und 5 ergänzt.

Arbeitsstoffe, die sich beim Menschen oder im Tierversuch als krebserzeugend erwiesen haben, werden in die Kategorien 1 oder 2 eingestuft und erhalten keinen MAK- oder BAT-Wert. Arbeitsstoffe mit Verdacht auf krebserzeugende Wirkung werden in Kategorie 3 aufgeführt und erhalten nur dann einen MAK- oder BAT-Wert, wenn der Stoff oder seine Metaboliten nicht genotoxisch wirken bzw. die genotoxische Wirkung nicht im Vordergrund steht.

In die Kategorien 4 und 5 werden Stoffe mit krebserzeugenden Eigenschaften eingestuft, deren Wirkungsstärke aufgrund der verfügbaren Informationen bewertet werden kann. Dazu wird eine Exposition am Arbeitsplatz definiert (MAK- oder BAT-Wert), bei der kein bzw. ein sehr geringer Beitrag zum Krebsrisiko für den Menschen zu erwarten ist. In die Kategorie 4 werden Stoffe eingestuft, bei denen ein nicht-genotoxischer Wirkungsmechanismus im Vordergrund steht. In die Kategorie 5 werden genotoxische Kanzerogene mit geringer Wirkungsstärke eingestuft. Für eine Überwachung der Exposition gegenüber Stoffen der Kategorien 4 und 5 kommt der Aufstellung von BAT-Werten eine besondere Bedeutung zu.

**1) Stoffe, die beim Menschen Krebs erzeugen und bei denen davon auszugehen ist, dass sie einen Beitrag zum Krebsrisiko leisten. Epidemiologische Untersuchungen geben hinreichende Anhaltspunkte für einen Zusammenhang zwischen einer Exposition beim Menschen und dem Auftreten von Krebs. Andernfalls können epidemiologische Daten durch Informationen zum Wirkungsmechanismus beim Menschen gestützt werden.**

Aflatoxine [1402-68-2]

4-Aminobiphenyl [92-67-1]

Arsen [7440-38-2] und anorganische Arsenverbindungen

Asbest [1332-21-4] (Faserstaub)

Aktinolith, Amosit, Anthophyllit, Chrysotil, Krokydololith, Tremolit  
Zigarettenraucher tragen ein erhöhtes Bronchialkrebsrisiko.

Benzidin [92-87-5] und seine Salze

Benzol [71-43-2]

Beryllium [7440-41-7] und seine anorganischen Verbindungen

Bis(chlormethyl)ether (Dichlordimethylether) [542-88-1]

Nicht zu verwechseln mit dem asymmetrischen (Dichlormethyl)-methylether.

Buchenholzstaub

Stäube epidemiologisch eindeutig krebserzeugend. Verursachendes krebserzeugendes Prinzip derzeit noch nicht identifiziert.

1,3-Butadien [106-99-0]

<sup>23</sup>) Ausführliche Begründung siehe „Änderung der Einstufung krebserzeugender Arbeitsstoffe“ (1998, <https://doi.org/10.1002/3527600418.mb0ckatd0026>; 2000, <https://doi.org/10.1002/3527600418.mb0ckatd0030>; 2006, <https://doi.org/10.1002/3527600418.mb0ckatd0040>; 2021, [https://doi.org/10.34865/mb0ckat3dgt6\\_1ad](https://doi.org/10.34865/mb0ckat3dgt6_1ad))

Cadmium [7440-43-9] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion)

4-Chlor-o-toluidin [95-69-2]

$\alpha$ -Chlortoluole:

Gemisch aus  $\alpha$ -Chlortoluol [100-44-7],

$\alpha,\alpha$ -Dichlortoluol [98-87-3],

$\alpha,\alpha,\alpha$ -Trichlortoluol [98-07-7]

und Benzoylchlorid [98-88-4]

Chrom(VI)-Verbindungen (einatembare Fraktion)

2,2'-Dichlordiethylsulfid [505-60-2]

1,2-Dichlorpropan [78-87-5]

Eichenholzstaub

Stäube epidemiologisch eindeutig krebserzeugend. Verursachendes krebserzeugendes Prinzip derzeit noch nicht identifiziert.

Erionit [12510-42-8] (Faserstaub)

Hartmetall, Wolframcarbid- und Cobalt-haltig (einatembare Fraktion)

Methylarsenverbindungen

N-Methyl-bis(2-chlorethyl)amin [51-75-2]

Monochlordimethylether [107-30-2]

Die Einstufung bezieht sich auf technischen Monochlordimethylether, der nach vorliegenden Erfahrungen bis zu 7% Dichlordimethylether als Verunreinigung enthalten kann.

2-Naphthylamin [91-59-8]

Nickel und Nickelverbindungen (einatembare Fraktion)

Bezüglich der beim Menschen eindeutig krebserzeugend gefundenen Verbindungen, siehe

„Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“. Vgl. auch Fußnote 1) in Abschn. I

Passivrauchen am Arbeitsplatz

N-Phenyl-2-naphthylamin [135-88-6]

1,3-Propansulton [1120-71-4]

Siliciumdioxid, kristallin (alveolengängige Fraktion)

o-Toluidin [95-53-4]

Trichlorethen [79-01-6]

Vinylchlorid [75-01-4]

**2) Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen anzusehen sind, weil durch hinreichende Ergebnisse aus Langzeit-Tierversuchen oder Hinweise aus Tierversuchen und epidemiologischen Untersuchungen davon auszugehen ist, dass sie einen Beitrag zum Krebsrisiko leisten. Andernfalls können Daten aus Tierversuchen durch Informationen zum Wirkungsmechanismus und aus In-vitro- und Kurzzeit-Tierversuchen gestützt werden.**

Acrylamid [79-06-1]

Acrylnitril [107-13-1]

1-Allyloxy-2,3-epoxypropan [106-92-3]

Aluminiumoxid [1344-28-1] (Faserstaub)

Aluminiumsilikatfasern (RCF)

Bei thermischer Belastung kann Cristobalit entstehen, siehe Begründung.

o-Aminoazotoluol [97-56-3]

6-Amino-2-ethoxynaphthalin [293733-21-8]

2-Amino-4-nitrotoluol [99-55-8]

Anthanthren [191-26-4]

Antimon [7440-36-0] und seine anorganischen Verbindungen mit Ausnahme von Antimonwasserstoff

Attapulgit [12174-11-7] (Faserstaub)  
Auramin [492-80-8]  
Auraminhydrochlorid [2465-27-2]  
Benzo[a]anthracen [56-55-3]  
Benzo[b]fluoranthren [205-99-2]  
Benzo[j]fluoranthren [205-82-3]  
Benzo[k]fluoranthren [207-08-9]  
Benzo[b]naphtho[2,1-d]thiophen [239-35-0]  
Benzo[a]pyren [50-32-8]  
Bitumen (Dampf und Aerosol bei der Heißverarbeitung) [64742-93-4] (Oxidationsbitumen)  
Bromdichlormethan [75-27-4]  
Bromethan [74-96-4]  
1-Brompropan [106-94-5]  
Butanonoxim [96-29-7]  
2,4-Butansulton [1121-03-5]  
p-Chloranilin [106-47-8]  
4-Chlorbenzotrichlorid [5216-25-1]  
Chlordecon [143-50-0]  
1-Chlor-2,3-epoxypropan (Epichlorhydrin) [106-89-8]  
Chlorfluormethan [593-70-4]  
N-Chlorformylmorpholin [15159-40-7]  
Chloriertes Camphen [8001-35-2]  
Chloropren [126-99-8]  
 $\alpha$ -Chlortoluol [100-44-7] s. auch  $\alpha$ -Chlortoluole  
Chrysen [218-01-9]  
Cobalt [7440-48-4] und Cobaltverbindungen (einatembare Fraktion)  
Cyclopenta[cd]pyren [27208-37-3]  
Dawsonit [12011-76-6] (Faserstaub)  
2,4-Diaminoanisol [615-05-4]  
4,4'-Diaminodiphenylmethan [101-77-9]  
1,5-Diaminonaphthalin [2243-62-1]  
Diazomethan [334-88-3]  
Dibenzo[a,h]anthracen [53-70-3]  
Dibenzo[a,e]pyren [192-65-4]  
Dibenzo[a,h]pyren [189-64-0]  
Dibenzo[a,i]pyren [189-55-9]  
Dibenzo[a,l]pyren [191-30-0]  
1,2-Dibrom-3-chlorpropan [96-12-8]  
1,2-Dibromethan [106-93-4]  
Dichloracetylen [7572-29-4]  
3,3'-Dichlorbenzidin [91-94-1]  
1,4-Dichlor-2-buten [764-41-0]  
1,2-Dichlorethan [107-06-2]  
1,3-Dichlor-2-propanol [96-23-1]  
1,3-Dichlorpropen (cis- und trans-) [542-75-6]  
 $\alpha,\alpha$ -Dichlortoluol [98-87-3] s. auch  $\alpha$ -Chlortoluole

**Dieselmotor-Emissionen**

Aufgrund der neuen Technologie der Dieselmotoren haben sich die Emissionen qualitativ und quantitativ erheblich geändert. Da man davon ausgehen muss, dass erst Ende der 90er Jahre diese neuen Dieselmotoren eingesetzt wurden, beruhen alle vorliegenden epidemiologischen Studien, die 2007 bewertet wurden, auf Expositionen gegen ältere Dieselmotoremissionen. Eine Bewertung der neuen Dieselmotoremissionen kann erst bei Vorliegen geeigneter Studien erfolgen.

Diethylsulfat [64-67-5]

Diglycidylresorcinether [101-90-6]

1,4-Dihydroxybenzol [123-31-9]

3,3'-Dimethoxybenzidin [119-90-4]

3,3'-Dimethylbenzidin [119-93-7]

Dimethylcarbamidsäurechlorid [79-44-7]

3,3'-Dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmethan [838-88-0]

1,1-Dimethylhydrazin [57-14-7]

1,2-Dimethylhydrazin [540-73-8]

Dimethylsulfamoylchlorid [13360-57-1]

Dimethylsulfat [77-78-1]

★ N,N-Dimethyl-p-toluidin [99-97-8]

Dinitrotoluol (Isomergemische) [25321-14-6]

1,2-Epoxybutan [106-88-7]

Ethylcarbamat [51-79-6]

Ethylenimin [151-56-4]

Ethylenoxid [75-21-8]

Glasfasern (Faserstaub)

Glycidol [556-52-5]

Glycidyltrimethylammoniumchlorid [3033-77-0]

Hexamethylphosphorsäuretriamid (HMPA) [680-31-9]

Hydrazin [302-01-2]

Hydrazobenzol [122-66-7]

Indeno[1,2,3-cd]pyren [193-39-5]

Indiumphosphid [22398-80-7]

Iodmethan [74-88-4]

Kaliumtitanat (Faserstaub) versch. Formeln und CAS-Nr.

p-Kresidin [120-71-8]

2-Methoxyanilin (o-Anisidin) [90-04-0]

4,4'-Methylenbis(2-chloranilin) (MOCA) [101-14-4]

4,4'-Methylenbis(N,N-dimethylanilin) [101-61-1]

1-Methylpyren [2381-21-7]

Michlers Keton [90-94-8]

Monomethylhydrazin [60-34-4]

Naphthalin [91-20-3]

5-Nitroacenaphthen [602-87-9]

2-Nitroanisol [91-23-6]

4-Nitrobiphenyl [92-93-3]

2-Nitronaphthalin [581-89-5]

siehe Begründung „Dinitronaphthaline“

2-Nitropropan [79-46-9]

N-Nitrosodi-n-butylamin [924-16-3]

N-Nitrosodiethanolamin [1116-54-7]

N-Nitrosodiethylamin [55-18-5]

N-Nitrosodiisopropylamin [601-77-4]  
 N-Nitrosodimethylamin [62-75-9]  
 N-Nitrosodi-n-propylamin [621-64-7]  
 N-Nitrosoethylphenylamin [612-64-6]  
 N-Nitrosomethylethylamin [10595-95-6]  
 N-Nitrosomethylphenylamin [614-00-6]  
 N-Nitrosomorpholin [59-89-2]  
 N-Nitrosopiperidin [100-75-4]  
 N-Nitrosopyrrolidin [930-55-2]  
 2-Nitrotoluol [88-72-2]  
 Ochratoxin A [303-47-9]  
 4,4'-Oxydianilin [101-80-4]  
 Pentachlorphenol [87-86-5]  
 Phenylglycidylether [122-60-1]  
 $\beta$ -Propiolacton [57-57-8]  
 Propylenimin [75-55-8]  
 Siliciumcarbid [409-21-2] (Faserstaub) (einschließlich Whisker)  
 Steinwolle (Faserstaub)  
 Tetrafluorethen [116-14-3]  
 Tetranitromethan [509-14-8]  
 4,4'-Thiodianilin [139-65-1]  
 2,4-Toluyldiamin [95-80-7]  
 2,3,4-Trichlor-1-buten [2431-50-7]  
 1,2,3-Trichlorpropan [96-18-4]  
 $\alpha,\alpha,\alpha$ -Trichlortoluol [98-07-7] s. auch  $\alpha$ -Chlortoluole  
 2,4,5-Trimethylanilin [137-17-7]  
 2,4,6-Trinitrotoluol [118-96-7]  
 Uran [7440-61-1] und seine schwer löslichen anorganischen Verbindungen  
 Vanadium [7440-62-2] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion)  
 Vinylcyclohexen [100-40-3]  
 4-Vinyl-1,2-cyclohexendieoxid [106-87-6]  
 2,4-Xylidin [95-68-1]  
 2,6-Xylidin [87-62-7]

Für Stoffe der Kategorien 1 und 2, deren Einwirkung nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis eine eindeutige Krebsgefährdung für den Menschen bedeutet, enthält die Liste nach Abschnitt II a keine Konzentrationswerte, da keine noch als unbedenklich anzusehende Konzentration angegeben werden kann. Bei einigen dieser Stoffe bildet auch die Aufnahme durch die unverletzte Haut eine große Gefahr. Solche Stoffe der Kategorie 1 oder 2, bei denen aufgrund des Wirkungsmechanismus davon auszugehen ist, dass eine Dosis oder Konzentration ohne Effekt, ein „No Adverse Effect Level“ (NAEL) für die kanzerogene Wirkung existiert, die Datenlage jedoch nicht ausreicht, um einen MAK-Wert abzuleiten und sie in Kategorie 4 oder 5 umzustufen, werden in Abschnitt II und III der MAK- und BAT-Werte-Liste mit der Fußnote „*Voraussetzung für Kategorie 4 (bzw. 5) prinzipiell erfüllt, aber Daten für MAK- oder BAT-Wert-Ableitung nicht ausreichend*“ markiert.

Wenn die Verwendung solcher Stoffe technisch notwendig ist, sind besondere Schutz- und Überwachungsmaßnahmen erforderlich. Hierzu gehören 1. die regelmäßige Kontrolle

der Luft am Arbeitsplatz unter Einsatz der für den jeweiligen Zweck geeigneten, d.h. genügend empfindlichen Analysenmethode; 2. die besondere ärztliche Überwachung exponierter Personen, bei denen routinemäßig z.B. zu prüfen ist, ob die Stoffe, ihre Metaboliten oder entsprechende Beanspruchungsparameter im Organismus nachweisbar bzw. verändert sind.

Durch fortgesetzte technische Verbesserung sollte erreicht werden, dass diese Stoffe nicht in die Luft am Arbeitsplatz gelangen bzw. direkt auf die hier tätigen Personen einwirken. Ist dieses Ziel z.Z. nicht zu erreichen, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen (z.B. individueller Atem- und Körperschutz, befristeter Einsatz im Gefährdungsbereich etc.) erforderlich, damit die Exposition so gering wie möglich gehalten wird. Der Umfang der notwendigen Maßnahmen richtet sich auch nach den speziellen physikalischen Eigenschaften des Stoffes und der Art und Stärke seiner krebserzeugenden Wirkung.

**3) Stoffe, die wegen erwiesener oder möglicher krebserzeugender Wirkung Anlass zur Besorgnis geben, aber aufgrund unzureichender Informationen nicht endgültig beurteilt werden können. Die Einstufung ist vorläufig. Aus der Gesamtschau der Daten liegen Anhaltspunkte für eine krebserzeugende Wirkung vor, die jedoch zur Einordnung in eine andere Kategorie nicht ausreichen. Zur endgültigen Entscheidung sind weitere Untersuchungen erforderlich. Sofern der Stoff oder seine Metaboliten keine genotoxischen Wirkungen aufweisen bzw. die genotoxische Wirkung nicht im Vordergrund steht, kann ein MAK- oder BAT-Wert festgelegt werden.**

Acetamid [60-35-5]

4-Aminodiphenylamin [101-54-2]

3-Amino-9-ethylcarbazol [132-32-1]

Aminofen [14861-17-7]

ANTU [86-88-4]

p-Aramid [26125-61-1] (Faserstaub)

1,4-Benzochinon [106-51-4]

Benzotriazol [95-14-7]

Benzoylchlorid [98-88-4] s. auch  $\alpha$ -Chlortoluole

Biphenyl [92-52-4]

Bitumen (Dampf und Aerosol bei der Heißverarbeitung) [8052-42-4; 64741-56-6/  
64742-93-4] (Destillationsbitumen/Air-Rectified-Bitumen)

Bromchlormethan [74-97-5]

Brommethan (Methylbromid) [74-83-9]

1,4-Butansulton [1633-83-6]

2-Butenal [123-73-9; 4170-30-3]

1-n-Butoxy-2,3-epoxypropan [2426-08-6]

1-tert-Butoxy-2,3-epoxypropan [7665-72-7]

tert-Butyl-4-hydroxyanisol (BHA) [25013-16-5]

Calcium-Natrium-Metaphosphat [23209-59-8] (Faserstaub)

Chloracetaldehyd [107-20-0]

2-Chloracrylnitril [920-37-6]

Chlorameisensäureethylester [541-41-3]

Chlordan [57-74-9]

Chlorethan [75-00-3]

- 3-Chlor-2-methylpropen [563-47-3]  
 1-Chlor-2-nitrobenzol [88-73-3]  
 1-Chlor-4-nitrobenzol [100-00-5]  
 Chlorparaffine [63449-39-8] unverzweigt, verschiedene CAS-Nr., z. B. [63449-39-8]  
 Chlorparaffine bilden eine Gruppe von Verbindungen mit unterschiedlichem Grad und Ort der Chlorsubstitution.  
 Chlorparaffine mit geringem Chloranteil und kurzer Kettenlänge können als Partikel-Dampfgemisch auftreten, während  
 Chlorparaffine mit hohem Chloranteil bzw. mit langen Alkylketten ausschließlich als Partikel auftreten.  
 4-Chlorphenylisocyanat [104-12-1]  
 3-Chlor-1,2-propandiol [96-24-2]  
 3-Chlorpropen [107-05-1]  
 5-Chlor-o-toluidin [95-79-4]  
 Cyclohexanon [108-94-1]  
 Destillate (Erdöl) [64742-47-8] mit Wasserstoff behandelte leichte (Dampf)  
 Destillate (Erdöl) [64742-47-8] mit Wasserstoff behandelte leichte (Aerosol)  
 Diacetyl [431-03-8]  
 3,3'-Diaminobenzidin und sein Tetrahydrochlorid [91-95-2; 7411-49-6]  
 Di-n-butylphosphat [107-66-4] und seine technischen Gemische  
 Di-n-butylphthalat [84-74-2]  
 1,1-Dichlorethan [75-34-3]  
 1,1-Dichlorethen [75-35-4]  
 1,2-Dichlormethoxyethan [41683-62-9]  
 1,2-Dichlor-4-nitrobenzol [99-54-7]  
 2,2-Dichlor-1,1,1-trifluorethan (R 123) [306-83-2]  
 Diethanolamin [111-42-2]  
 Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodiethanolamins führen, vgl. Abschn.  
 III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . .“.  
 Diethylcarbamidsäurechlorid [88-10-8]  
 1,1-Difluorethen (R 1132a) [75-38-7]  
 Diglycidylether [2238-07-5]  
 Diisodecylphthalat [26761-40-0]  
 Diisotridecylphthalat [27253-26-5]  
 2,5-Dimethoxy-4-chloranilin [6358-64-1]  
 N,N-Dimethylanilin [121-69-7]  
 Dimethylhydrogenphosphit [868-85-9]  
 Dinitrobenzol (alle Isomere) [25154-54-5]  
 Dinitronaphthalin (alle Isomere) [27478-34-8]  
 Diphenylamin [122-39-4]  
 Di(2-propylheptyl)phthalat [53306-54-0]  
 Ditridecylphthalat [119-06-2]  
 Eisenoxide (einatembare Fraktion) [1345-25-1; 1309-37-1; 1309-38-2; 1317-61-9]  
 ausgenommen sind nicht bioverfügbare Eisenoxide  
 3,4-Epoxy-cyclohexylcarbonsäure-3,4-epoxy-cyclohexylmethylester [2386-87-0]  
 Ethidumbromid [1239-45-8]  
 Ethylen [74-85-1]  
 Ethylenthioharnstoff (Imidazolidin-2-thion) [96-45-7]  
 Furfurylalkohol [98-00-0]  
 2-Furyl-methanal [98-01-1]  
 Glycerintrinitrat [55-63-0]  
 Glyoxal [107-22-2]  
 Halloysit [12298-43-0] (Faserstaub)

- Hexachlorethan [67-72-1]  
Hexahydrophthalsäurediglycidylester [5493-45-8]  
Holzstaub (außer Buchen- und Eichenholzstaub)  
N-(2-Hydroxyethyl)-3-methyl-2-chinoxalincarboxamid-1,4-dioxid (Olaquinox)  
[23696-28-8]  
Industrieruße (Carbon Black) (einatembare Fraktion)  
Isopropylbenzol (Cumol) [98-82-8]  
Isopropylglycidylether [4016-14-2]  
Isopropylöl  
Rückstand bei der Isopropylalkohol-Herstellung  
Kaolinit [1332-58-7]  
Quarzanteil muss gesondert betrachtet werden  
Kerosin (Erdöl) (Aerosol) [8008-20-6]  
gilt für Hautkontakt  
Kerosin (Erdöl) (Dampf) [8008-20-6]  
gilt für Hautkontakt  
Kresylglycidylether Isomerengemisch [26447-14-3] o-Isomer [2210-79-9]  
Kühlschmierstoffe, die Nitrit oder nitritliefernde Verbindungen und Reaktionspartner  
für Nitrosaminbildung enthalten  
Magnesium-Oxid-Sulfat [12286-12-3] (Faserstaub)  
★ 2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4]  
4-Methoxyanilin [104-94-9]  
N-Methylanilin [100-61-8]  
Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosomethylanilins führen, vgl. Abschn. III  
„Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . .“.  
Methyl-tert-butylether [1634-04-4]  
N-Methylolchloracetamid [2832-19-1]  
Formaldehydabspalter  
N-Methyl-N,2,4,6-tetranitroanilin [479-45-8]  
Molybdäntrioxid [1313-27-5]  
Naphthensäuren und Natrium-, Calcium-, Kalium-Naphthenate [1338-24-5;  
61790-13-4; 61789-36-4; 66072-08-0] (technische Gemische)  
1,5-Naphthylendiisocyanat [3173-72-6]  
Nemalith [1317-43-7] (Faserstaub)  
2-Nitro-4-aminophenol [119-34-6]  
4-Nitroanilin [100-01-6]  
4-Nitrobenzoesäure [62-23-7]  
Nitromethan [75-52-5]  
1-Nitronaphthalin [86-57-7]  
2-Nitro-p-phenylendiamin [5307-14-2]  
Nitropyrene (Mono-, Di-, Tri-, Tetra-) (Isomere)  
N-Nitrosodiphenylamin [86-30-6]  
3-Nitrotoluol [99-08-1]  
4-Nitrotoluol [99-99-0]  
Ozon [10028-15-6]  
Pentachlorethan [76-01-7]  
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS) [1763-23-1] und ihre Salze  
Phenol [108-95-2]  
Phenylarsenverbindungen [637-03-6]  
o-Phenylendiamin [95-54-5]

m-Phenylendiamin [108-45-2]  
 p-Phenylendiamin [106-50-3]  
 Phenylhydrazin [100-63-0]  
 Portlandzement-Staub [65997-15-1]  
 Cr(VI)-Gehalt und Quarzanteil separat zu bewerten  
 2-Propenal [107-02-8]  
 2-Propen-1-ol [107-18-6]  
 Pyridin [110-86-1]  
 Quecksilber [7439-97-6] und seine anorganischen Verbindungen (als Hg berechnet)  
 Quecksilberverbindungen, organische  
 Rhodium [7440-16-6] und seine anorganischen Verbindungen  
 Schlackenwolle (Faserstaub)  
 Selen [7782-49-2] und seine anorganischen Verbindungen (als Se berechnet)  
 Selenwasserstoff [7783-07-5]  
 Sepiolith (Faserstaub) versch. CAS-Nr. und Formeln  
 Steinkohlengrubenstaub (alveolengängige Fraktion)  
 Stickstoffdioxid [10102-44-0]  
 Talk [14807-96-6] (asbestfaserfrei) (alveolengängige Fraktion)  
 Tetrachlorethen [127-18-4]  
 Thioharnstoff [62-56-6]  
 p-Toluidin [106-49-0]  
 Tribrommethan [75-25-2]  
 1,1,2-Trichlorethan [79-00-5]  
 N,N',N''-Triethylhexahydro-1,3,5-triazin [7779-27-3]  
 Formaldehydabspalter  
 Trikresylphosphat, Summe aller o-Isomere [78-30-8]  
 3,5,5-Trimethyl-2-cyclohexen-1-on [78-59-1]  
 Trimethylphosphat [512-56-1]  
 2,4,7-Trinitrofluorenon [129-79-3]  
 2,4,6-Trinitrophenol [88-89-1]  
 Uranverbindungen, lösliche anorganische  
 Xylidin (Isomere)

Für Stoffe der Kategorie 3 sollte die gesundheitliche Überwachung der mit diesen Stoffen umgehenden Beschäftigten intensiviert werden. Zugleich sind die solche Stoffe produzierenden und verarbeitenden Industriezweige aufgerufen, sich – ebenso wie alle einschlägigen Forschungslaboratorien – an der Klärung der Zusammenhangsfrage zu beteiligen und ggf. nach unbedenklichen Alternativstoffen zu suchen.

Die Kategorie 3 wird in jährlichen Abständen daraufhin überprüft, ob Stoffe in die Kategorien 1 und 2 überführt werden müssen, ob die Datenlage eine Überführung in die Kategorien 4 oder 5 erlaubt oder ob Stoffe keiner Einstufung bedürfen und ganz aus Abschnitt III entlassen werden können.

- 4) Stoffe, die bei Tier oder Mensch Krebs erzeugen oder als krebserzeugend für den Menschen anzusehen sind und für die ein MAK-Wert abgeleitet werden kann. Im Vordergrund steht ein nicht-genotoxischer Wirkungsmechanismus, und genotoxische Effekte spielen bei Einhaltung des MAK- und BAT-Wertes keine oder nur eine untergeordnete Rolle. Unter diesen Bedingungen ist kein Beitrag zum Krebsrisiko für den Menschen zu erwarten. Die Einstufung wird insbesondere durch Befunde zum Wirkungsmechanismus gestützt, die beispielsweise darauf hinweisen, dass eine Steigerung der Zellproliferation, Hemmung der Apoptose oder Störung der Differenzierung im Vordergrund stehen. Einstufung und MAK- und BAT-Wert berücksichtigen die vielfältigen Mechanismen, die zur Kanzerogenese beitragen können, sowie ihre charakteristischen Dosis-Zeit-Wirkungsbeziehungen.**

Allgemeiner Staubgrenzwert (alveolengängige Fraktion) (granuläre biobeständige Stäube, GBS)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

$\alpha$ -Aluminiumoxid [1302-74-5] (Korund)

ausgenommen sind Aluminiumoxidfasern und ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

Amitrol [61-82-5]

Anilin [62-53-3]

Bariumsulfat [7727-43-7] (alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

- ★ Blei [7439-92-1] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion)

außer Bleiarsenat und Bleichromat

Butylhydroxytoluol (BHT) [128-37-0]

n-Butylzinnverbindungen (als Sn [7440-31-5])

Chlorierte Biphenyle [53469-21-9]

Chlorierte Biphenyle bilden eine Gruppe von Verbindungen mit unterschiedlichem Grad und Ort der Chlorsubstitution, an Arbeitsplätzen treten häufig mehrere dieser Stoffe parallel auf. Chlorierte Biphenyle mit geringem Chloranteil (bis zu 5 Chloratome) können als Partikel-Dampf-Gemisch auftreten, während chlorierte Biphenyle mit hohem Chloranteil ausschließlich als Partikel auftreten.

Chloroform [67-66-3]

1,4-Dichlorbenzol [106-46-7]

Dichloressigsäure [79-43-6] und ihre Salze

Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) [117-81-7]

N,N-Dimethylformamid [68-12-2]

1,4-Dioxan [123-91-1]

Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (MDI) [101-68-8] (einatembare Fraktion) s. auch „polymeres MDI“

1,2-Epoxypropan [75-56-9]

Ethylbenzol [100-41-4]

Formaldehyd [50-00-0]

Furan [110-00-9]

Glutardialdehyd [111-30-8]

Graphit [7782-42-5] (alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

Heptachlor [76-44-8]

Hexachlorbenzol [118-74-1]

Hexachlor-1,3-butadien [87-68-3]

$\alpha$ -Hexachlorcyclohexan [319-84-6]

$\beta$ -Hexachlorcyclohexan [319-85-7]

1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan techn. Gemisch aus  $\alpha$ -HCH [319-84-6] u.  $\beta$ -HCH [319-85-7]

Lindan ( $\gamma$ -1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan) [58-89-9]

Magnesiumoxid [1309-48-4] (alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

Nitilotriessigsäure [139-13-9] und ihre Natriumsalze

Mischexposition mit Eisenverbindungen vermeiden (FeNTA-Bildung).

Nitrobenzol [98-95-3]

n-Octylzinnverbindungen (als Sn [7440-31-5])

Perfluorooctansäure (PFOA) [335-67-1] und ihre Salze

Peroxyessigsäure [79-21-0]

o-Phenylphenol [90-43-7]

o-Phenylphenol-Natrium [132-27-4]

Phenylzinnverbindungen (als Sn [7440-31-5])

Pigment Yellow 12, Pigment Yellow 13, Pigment Yellow 83 [6358-85-6; 5102-83-0; 5567-15-7] (alveolengängige Fraktion)

Polyacrylsäure (neutralisiert, vernetzt)

„polymeres MDI“ [9016-87-9] (einatembare Fraktion) s. auch Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat

„polymeres MDI“ (pMDI) ist ein technisches MDI, das 30–80 Massen-% Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat enthält; Restgehalte bestehen aus MDI-Oligomeren und MDI-Homologen.

Polytetrafluorethen [9002-84-0] (alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

Polyvinylchlorid [9002-86-2]

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

Schwefelsäure [7664-93-9]

Tantal [7440-25-7] (alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin [1746-01-6]

1,1,2,2-Tetrachlorethan [79-34-5]

Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff) [56-23-5]

Tetrahydrofuran [109-99-9]

Titandioxid [13463-67-7] (alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

Tri-n-butylphosphat [126-73-8]

Vinylacetat [108-05-4]

N-Vinyl-2-pyrrolidon [88-12-0]

Wasserstoffperoxid [7722-84-1]

Zirkoniumdioxid [1314-23-4; 12036-23-6] (alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

**5) Stoffe, die bei Tier oder Mensch Krebs erzeugen oder als krebserzeugend für den Menschen anzusehen sind und für die ein MAK-Wert abgeleitet werden kann. Im Vordergrund steht ein genotoxischer Wirkungsmechanismus, für den aber bei Einhaltung des MAK- und BAT-Wertes nur ein sehr geringer Beitrag zum Krebsrisiko für den Menschen zu erwarten ist. Die Einstufung und der MAK- und BAT-Wert werden gestützt durch Informationen zum Wirkungsmechanismus, zur Dosisabhängigkeit und durch toxikokinetische Daten.**

Acetaldehyd [75-07-0]

Dichlormethan [75-09-2]

Ethanol [64-17-5]  
Isopren (2-Methyl-1,3-butadien) [78-79-5]  
Styrol [100-42-5]

Die Ableitung des MAK-Wertes, der bei diesen Stoffen einem nur sehr geringen Beitrag zum Krebsrisiko entspricht, ist in der jeweiligen Begründung näher beschrieben.

Für Stoffe der Kategorien 4 und 5 sollte die gesundheitliche Überwachung der mit diesen Stoffen umgehenden Beschäftigten intensiviert werden, da bei Überschreitung des MAK- oder BAT-Wertes mit einer Erhöhung des Krebsrisikos zu rechnen ist.

## **Besondere Stoffgruppen**

### **Krebserzeugende Arzneistoffe<sup>24)</sup>**

Bei einer Anzahl von Arzneimitteln muss aufgrund von Tierexperimenten oder Erfahrungen beim Menschen davon ausgegangen werden, dass sie krebserzeugende Wirkungen besitzen. Möglichkeiten der Exposition von Beschäftigten gegenüber solchen Substanzen bestehen bei Herstellung, therapeutischer Anwendung und in Forschungslaboratorien.

Krebserzeugende Eigenschaften sind zu unterstellen bei Substanzen, denen ein genotoxischer therapeutischer Wirkungsmechanismus zugrunde liegt. Erfahrungen in der Therapie mit alkylierenden Zytostatika wie Cyclophosphamid, Ethylenimin, Chlornaphazin sowie mit arsen- und teerhaltigen Salben, die über lange Zeit angewendet worden sind, bestätigen dies insofern, als bei diesen Patienten Tumorneubildungen beschrieben worden sind.

Demgemäß muss mit einer Gefährdung auch in Bereichen, in denen berufsmäßig mit diesen Substanzen umgegangen wird, gerechnet werden. Geeignete Vorsichtsmaßnahmen müssen gewährleisten, dass eine Exposition gegenüber solchen Substanzen verhindert wird.

### **Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung von Aminen**

Die in dieser Gruppe genannten Stoffe verdienen insofern besondere Beachtung, als sie in Anwesenheit nitrosierender Agentien zu möglicherweise stark kanzerogenen Nitrosoverbindungen umgewandelt werden können. Eine eingehendere Darstellung zur „Nitrosierung flüchtiger Amine am Arbeitsplatz“ findet sich in „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“.

Die Entstehung von Nitrosaminen aus den genannten Aminen ist nicht nur in Modelluntersuchungen beobachtet, sondern – zumindest für einige der Verbindungen – auch am Arbeitsplatz nachgewiesen worden. Die aminhaltigen Arbeitsstoffe und Endprodukte können bereits selbst in beträchtlichem Maße durch die entsprechenden Nitrosamine verunreinigt sein. Unter praxisnahen Bedingungen ist im Wesentlichen mit der Nitrosierung sekundärer Amine zu rechnen, obwohl prinzipiell auch primäre und tertiäre Amine nitrosierbar sind. Als nitrosierende Agenzien kommen vor allem Stickoxide in Frage. Daneben bewirken Nitrosylchlorid, Nitritester, Metallnitrit- und Nitrosoverbindungen die Nitrosierung von Aminen.

Das Gefahrenpotential der einzelnen Amine ergibt sich einerseits aus der Leichtigkeit, mit der sie nitrosiert werden können, andererseits aus dem Grad der Kanzerogenität, den

---

<sup>24)</sup> siehe „Krebserzeugende Arzneistoffe“ (1986), <https://doi.org/10.1002/3527600418.mb0200d0011>

die entsprechenden Nitrosamine besitzen. Für beide Parameter bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Aminen. Aus Modelluntersuchungen sind mehrere Faktoren, wie pH, Temperatur, Katalysatoren und Inhibitoren bekannt, die das Ausmaß der Nitrosierungsreaktion bestimmen. Eine Nitrosierung von Aminen kann nicht nur im sauren, sondern auch im alkalischen Milieu erfolgen. Da Stickoxide auch im Alkalischen wirkungsvolle Nitrosierungsreagenzien sind, sollte bei Anwesenheit nitrosierbarer Amine auf den Ausschluss von Stickoxiden geachtet werden. Die Reaktion von Nitrit mit nitrosierbarem Amin wird durch Formaldehyd beschleunigt, und der pH-Bereich, in dem eine relevante Nitrosierung erfolgen kann, wird zum Alkalischen ausgedehnt (vgl. MAK-Collection<sup>25</sup>) „Kühlschmierstoffe“). Der heutige Kenntnisstand reicht aber nicht aus, um für die Entstehung von Nitrosaminen unter den komplexen Bedingungen am Arbeitsplatz und in Gemischen von Arbeitsstoffen quantitative Voraussagen zu treffen. Beim Umgang mit Aminen am Arbeitsplatz sind daher zwei Vorsichtsmaßnahmen geboten:

1. Die gleichzeitige Einwirkung von nitrosierenden Agenzien sollte auf ein Minimum beschränkt werden. Dies kann dadurch geschehen, dass nitrosierende Agentien entfernt bzw. – wenn sie im direkten Arbeitsprozess eine Funktion besitzen – durch Verbindungen, die nicht zur Entstehung kanzerogener Nitrosamine führen, ersetzt werden. Insbesondere ist die Konzentration von Stickoxiden am Arbeitsplatz zu kontrollieren und gegebenenfalls zu vermindern.
2. Es sollte die Konzentration an Nitrosaminen in der Luft am Arbeitsplatz und im aminhaltigen Arbeitsstoff gemessen werden. Dies gilt besonders bei Verwendung von Aminen, aus denen stark kanzerogene Nitrosoverbindungen, z. B. Nitrosodimethylamin oder Nitrosodiethylamin, entstehen können.

### **Monozyklische aromatische Amino- und Nitroverbindungen**

In der MAK- und BAT-Werte-Liste werden mehr als 30 monozyklische aromatische Amino- und Nitroverbindungen aufgeführt, die überwiegend in die Kategorien 1 bis 3 für krebserzeugende Substanzen eingestuft wurden, teilweise aber auch einen MAK-Wert besitzen, oder für die kein MAK-Wert aufgestellt werden konnte und die damit im Abschnitt IIb der MAK- und BAT-Werte-Liste erscheinen. Eine vergleichende Betrachtung (s. „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten“) ergibt, dass sich ihre akut- und chronisch-toxischen Wirkungen sehr ähnlich sind. Unter geeigneten Bedingungen getestet, lässt sich ein kanzerogenes Potenzial nachweisen (Kategorien 1, 2) oder zumindest ein Verdacht (Kategorie 3) begründen. Auch die Tumorspektren sind einander sehr ähnlich. Die Substanzen sind generell nur schwach genotoxisch, deshalb wird den akut-toxischen Effekten eine wichtige Rolle im Sinne der Tumorpromotion zugewiesen. Durch die Einführung der Kategorien 4 und 5 für krebserzeugende Substanzen wurde es erforderlich, vor allem die Substanzen mit Verdacht auf krebserzeugende Wirkung (Kategorie 3) hinsichtlich ihrer genotoxischen und nicht genotoxischen Eigenschaften differenzierter zu betrachten und zu prüfen, ob sie in eine dieser Kategorien überführt werden können. Außerdem wurden Widersprüche in der Einstufung erkennbar. Da die Informationen über einzelne Stoffe für eine Einstufung häufig nicht ausreichen, liegt es nahe, aus dem Verhalten strukturverwandter Verbindungen Analogschlüsse zu ziehen. Die vergleichende Betrachtung ergibt, dass dies innerhalb gewisser Grenzen

---

<sup>25</sup>) Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

möglich ist, aber eine Substanz bei unzureichender Kenntnis einstuferrelevanter Daten nicht sicher in das Spektrum schwach bis stark kanzerogener Wirkungen eingeordnet werden kann.

Die betrachteten monozyklischen aromatischen Amino- und Nitroverbindungen erzeugen praktisch alle Methämoglobin und die meisten Hämosiderosen. Das spricht dafür, dass die jeweiligen N-Hydroxylamine bei Versuchstieren und beim Menschen für die toxischen Effekte verantwortlich sind. Es ist aber noch nicht sicher, ob die zu beobachtenden Geschlechts-, Spezies- und Zielorganunterschiede allein mit toxikokinetisch bedingten Unterschieden der Bioverfügbarkeit des wirksamen Metaboliten erklärt werden können. Auch die Rolle der Freisetzung von Eisen im Zuge der Methämoglobinbildung oder die des Erythrozyten-Abbaus und die damit verbundene Erzeugung von „oxidativem Stress“ für die genotoxischen oder akut-toxischen Effekte ist nicht klar.

Toxische Gewebsveränderungen und die Entwicklung von Fibrosen gehen jedenfalls der Tumorentstehung in Milz, Leber und Niere voraus.

Genotoxische Effekte sind bei vielen monozyklischen aromatischen Amino- und Nitroverbindungen nachgewiesen, bei anderen wahrscheinlich. Aufgrund der (schwachen) genotoxischen Wirksamkeit könnte man deshalb zunächst an eine Einstufung in Kategorie 5 für krebserzeugende Substanzen denken. Vieles spricht jedoch dafür, die Gewebeschädigung als ausschlaggebend für die Tumorentstehung anzusehen und diese Stoffe in Kategorie 4 einzustufen. Voraussetzung dafür ist aber, die Ursachen und die Dosis-Abhängigkeit der Gewebeschädigung besser zu kennen.

Aus der vergleichenden Betrachtung folgt darüber hinaus, dass hämatotoxische Stoffe dieser Substanzgruppe generell als Krebsrisikofaktoren anzusehen sind und daraufhin geprüft werden sollten, ob es einer Einstufung in eine Kategorie für krebserzeugende Arbeitsstoffe bedarf.

### **Azo-Farbstoffe**

Azo-Farbstoffe sind charakterisiert durch die Azogruppierung  $-N=N-$ . Sie entstehen durch Kupplung von einfach und mehrfach diazotierten Arylaminen. Toxikologisch besonders wichtig sind dabei Farbstoffe aus doppelt diazotiertem Benzidin und Benzidin-abgeleiteten Komponenten (3,3'-Dimethylbenzidin, 3,3'-Dimethoxybenzidin, 3,3'-Dichlorbenzidin). Daneben kommen Aminoazobenzol, Aminonaphthalin und monozyklische aromatische Amine vor. Durch reduktive Spaltung der Azogruppierung entweder durch Darmbakterien oder durch Azoreduktasen der Leber und extrahepatischer Gewebe können diese Komponenten wieder freigesetzt werden. Entsprechende Spaltprodukte wurden in Tierversuchen und auch beim Menschen (im Urin) nachgewiesen. Auf die Freisetzung von Aminen und deren nachfolgende metabolische Aktivierung wird die in zahlreichen Fällen festgestellte Mutagenität in in-vitro-Testsystemen und die kanzerogene Wirkung im Tierversuch zurückgeführt. Inzwischen gibt es epidemiologische Hinweise darauf, dass berufliche Exposition gegenüber aus Benzidin aufgebauten Azo-Farbstoffen die Inzidenz von Blasenkarzinomen erhöhen kann.

Daraus leitet sich der Verdacht ab, dass alle Azo-Farbstoffe, die eine im Stoffwechsel freisetzbare kanzerogene Arylamin-Komponente enthalten, ein krebserzeugendes Potential besitzen. Wegen der großen Zahl der möglichen Kandidaten (mehrere Hundert) erscheint es nicht möglich und vertretbar, diesen Verdacht in jedem Einzelfall durch den nach den üblichen Kriterien zur Einstufung erforderlichen Tierversuch zu belegen. Man ist daher auf wissenschaftlich vertretbare Hilfskonstruktionen angewiesen. Es wird deshalb empfohlen,

eine Gefährdung exponierter Personen durch geeignete Schutzmaßnahmen dadurch zu verhindern, dass die Stoffe so gehandhabt werden, als ob sie eingestuft wären, wie es der kanzerogenen bzw. kanzerogenverdächtigen Aminkomponente entspricht (Kategorie 1, 2, 3). Bestehen Hinweise darauf, dass das Farbmittel selbst (z. B. Pigmente) oder kanzerogene Spaltprodukte nicht bioverfügbar sind, sollte der Ausschluss experimentell oder durch Biomonitoring belegt werden. Der Verdacht auf krebserzeugendes Potential kann auch durch einen geeigneten Tierversuch ausgeräumt werden.

### **Pyrolyseprodukte aus organischem Material**

Wenn organisches Material unter Sauerstoffmangel erhitzt wird oder verbrennt, entstehen in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial und von den Reaktionsbedingungen unterschiedlich zusammengesetzte Gemische, die, unter vielen anderen Stoffen, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) beinhalten.

Die äußerst komplexen Gemische enthalten, soweit bisher überprüft, nebeneinander und in sehr unterschiedlichen Anteilen krebserzeugende Komponenten, die Krebsentstehung fördernde Verbindungen sowie bei gleichzeitigem Einwirken die Krebsentstehung hemmende Anteile.

Unter den regelmäßig in Pyrolyseprodukten auftretenden PAH sind zahlreiche Vertreter im Tierversuch krebserzeugend. Ihr Anteil ist in

Braunkohlenteeren,  
Steinkohlenteeren,  
Steinkohlenteerpechen,  
Steinkohlenteerölen,  
Kokereirohgasen

besonders hoch. Für diese Aromatengemische ist die krebserzeugende Wirkung beim gewerblichen Umgang mit epidemiologischen Methoden nachgewiesen worden. Deshalb wurden sie nach

**Kategorie 1** eingestuft.

Die insbesondere lokal krebserzeugende Wirkung dieser Gemische wird maßgeblich auf den PAH-Gehalt zurückgeführt. Sie ist deshalb auch bei anderen PAH-haltigen Gemischen zu erwarten. Gehalt und Bedeutung anderer krebserzeugender Inhaltsstoffe wurden bisher nur sehr begrenzt untersucht. So enthalten

Dieselmotor-Emissionen<sup>26)</sup>

zwar auch krebserzeugende PAH, in ihrem Fall sind aber wahrscheinlich die Rußpartikeln für den kanzerogenen Effekt ausschlaggebend. Er wurde in Tierversuchen nachgewiesen und Dieselmotor-Emissionen wurden deswegen nach

**Kategorie 2** eingestuft.

---

<sup>26)</sup> Aufgrund der neuen Technologie der Dieselmotoren haben sich die Emissionen qualitativ und quantitativ erheblich geändert. Da man davon ausgehen muss, dass erst Ende der 90er Jahre diese neuen Dieselmotoren eingesetzt wurden, beruhen alle vorliegenden epidemiologischen Studien, die 2007 bewertet wurden, auf Expositionen gegen ältere Dieselmotoremissionen. Eine Bewertung der neuen Dieselmotoremissionen kann erst bei Vorliegen geeigneter Studien erfolgen.

Die krebserzeugende Wirkung anderer Gemische, z. B. Ottomotor-Emissionen, gebrauchter Motorenöle, Räucherrauch, gebrauchter Schneidöle, ist weniger gut untersucht. Sie sind aufgrund ihrer Zusammensetzung auch nur schwer zu definieren. Wenn aber beim Umgang mit solchen Pyrolyseprodukten Expositionen gegenüber PAH nachgewiesen werden können, die sich im Tierversuch als krebserzeugend erwiesen haben, z. B.

Anthanthren,  
 Benzo[a]anthracen,  
 Benzo[b]fluoranthren,  
 Benzo[j]fluoranthren,  
 Benzo[k]fluoranthren,  
 Benzo[b]naphtho[2,1-d]thiophen,  
 Benzo[a]pyren,  
 Chrysen,  
 Cyclopenta[cd]pyren,  
 Dibenzo[a,h]anthracen,  
 Dibenzo[a,e]pyren,  
 Dibenzo[a,h]pyren,  
 Dibenzo[a,i]pyren,  
 Dibenzo[a,l]pyren,  
 Indeno[1,2,3-cd]pyren  
 1-Methylpyren,  
 Naphthalin

sollten die Gemische

**wie Stoffe der Kategorie 2** gehandhabt werden. Phenanthren und Pyren sind aufgrund der Daten in keine Kanzerogenitäts-Kategorie eingestuft (s. auch Begründung „PAH“ 2008).

Die genauere Kenntnis der Zusammensetzung bestimmter Gemische und ihrer krebserzeugenden Wirkung wird es ermöglichen, den Zusammenhang zwischen Exposition und Erhöhung des Krebsrisikos auf eine aussagefähigere und quantitative Grundlage zu stellen (s. auch Begründung „PAH“ 2008). Auf die Dringlichkeit solcher Untersuchung macht die Kommission aufmerksam.

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) besitzen ein hohes Potential, über die Haut aufgenommen zu werden. Deshalb sollten Pyrolyseprodukte sowie andere Gemische, die PAH enthalten, wie Stoffe gehandhabt werden, die mit einer H-Markierung (s. Abschn. VII „Hautresorption“) versehen sind (s. auch Begründung „PAH“ 2008).

## Faserstäube

Neben den für den Menschen als tumor erzeugend ausgewiesenen Asbestarten muss auch der Faserzeolith Erionit als beim Menschen tumor erzeugend angesehen werden. Darüber hinaus hat eine Reihe von faserförmigen Stäuben in Tierversuchen nach inhalativer, intratrachealer oder unmittelbarer Verabreichung in die Brust- (intrapleural) oder Bauchhöhle (intraperitoneal) Tumoren erzeugt.

Im Vergleich mit nicht faserigen unlöslichen Stäuben ähnlicher Zusammensetzung wird unter Einbeziehung der Gesamtheit der vorliegenden Erfahrungen am Menschen und der Ergebnisse aus Tier- und Zellversuchen geschlossen, dass

- die im Körper beständige faserige Form der Asbeststaubteilchen die Ursache ihrer tumor erzeugenden Wirkung darstellt,
- langgestreckte Staubteilchen jeder Art im Prinzip die Möglichkeit zur Tumorerzeugung wie Asbestfasern besitzen, sofern sie hinreichend lang, dünn und biobeständig sind.

Als weitere Faktoren werden zusätzliche Fasereigenschaften, wie die Oberflächenbeschaffenheit, diskutiert.

Die Tierversuche haben darüber hinaus gezeigt, dass längere oder beständigere Fasern eine stärkere kanzerogene Potenz besitzen als kürzere oder weniger beständige.

### **Kriterien für die Einstufung**

#### **a) Eigenschaften krebserzeugender Fasern**

Nach der in den 1960er Jahren für Asbeststaubmessungen am Arbeitsplatz entwickelten und international angewendeten Konvention über die lichtmikroskopische Faserzählung werden lediglich Partikeln gezählt, die ein Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis von 3:1 überschreiten, die eine Länge von größer als 5 µm aufweisen und deren Durchmesser kleiner als 3 µm ist. Fasern dieser Abmessungen werden im Folgenden als Faserstäube bezeichnet. Für diese Faserstäube wurde tierexperimentell eine positive Korrelation zwischen Faserzahl und Tumorraten ermittelt.

Die angeführte Definition leistet eine Abgrenzung zwischen kanzerogenen und nicht kanzerogenen Fasern aber nur näherungsweise. So ist es aufgrund des gegenwärtigen Wissenstandes nicht möglich, präzise anzugeben, ab welcher Länge und ab welchem Durchmesser alleine oder ab welchem Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis und ab welcher Beständigkeit die zur Induktion eines Tumors führende biologische Aktivität von Fasern beginnt. Dennoch existiert zur Zeit keine Definition, die wissenschaftlich besser zu begründen wäre.

Erschwerend kommt hinzu, dass mit Ausnahme einiger textiler anorganischer und organischer Faserstäube alle Fasermaterialien stets Längen- und Durchmesserverteilungen mit erheblicher Streubreite aufweisen.

Auch kann, z. B. bei inkorporierten Asbestfasern, eine Verringerung des Durchmessers infolge Längsspaltung auftreten. Dadurch können in der Lunge Fasern mit Durchmessern < 3 µm angetroffen werden, die in der Atemluft vor ihrer Längsspaltung noch nicht der Faserstaubdefinition zuzurechnen waren.

#### **b) Erfahrungen beim Menschen**

Epidemiologische Untersuchungen an den Einwohnern von drei Dörfern in Zentralanatolien ergaben in Verbindung mit mineralogischen Untersuchungen und begleitenden Lungenstaubfaseranalysen eine überzeugende Evidenz für die mesotheliom- und die lungenkrebserzeugende Wirkung von Erionitfasern.

In epidemiologischen Studien in Produktionsbetrieben für Glasfasern und Glaswolle konnten weder für das Mesotheliom noch für den Lungenkrebs eindeutig erhöhte Risiken nachgewiesen werden. Bei einer Exposition gegenüber Stein- und Schlackenwolle wurden erhöhte Lungenkrebsrisiken festgestellt, die jedoch nicht eindeutig auf die Exposition gegenüber diesen Faserstäuben zurückzuführen waren.

Aus den bisher vorliegenden Studien lässt sich damit eine kanzerogene Wirkung von künstlichen Mineralfasern weder bestätigen noch widerlegen. Sie wäre unter der Voraussetzung einer etwa gleichen Wirkungsstärke pro Einzelfaser wie für Asbest bei den gemessenen niedrigen Konzentrationswerten auch nicht zu erwarten. Derzeit liegen keine

geeigneten Studien für Arbeitsplätze der Weiterverarbeitung und Anwendung vor. Da an diesen Arbeitsplätzen erheblich höhere Konzentrationen aufgetreten sind, könnte mit solchen Studien die Frage einer krebserzeugenden Wirkung beim Menschen mit größerer Empfindlichkeit überprüft werden.

### **c) Inhalationsversuche am Tier**

Die Ergebnisse aus Inhalationsversuchen sind z. T. widersprüchlich. So konnten positive Resultate aus bestimmten Untersuchungen nicht bestätigt werden. Der wesentliche Grund liegt in der Schwierigkeit, zu gewährleisten, dass eine ausreichende Dosis der kanzerogenen Faserfraktion das Zielgewebe erreicht. So passieren für den Menschen wirkungsrelevante Fasern nicht oder nur sehr eingeschränkt das Nasenfilter der Nagetiere. Für Krokydolith, dessen kanzerogene Wirkung beim Menschen nachgewiesen wurde, gibt es bisher unter den ausreichend dokumentierten Inhalationsversuchen mehrere negative und nur einen ausreichend dokumentierten positiven an der Ratte.

Daher bedeutet ein negativer Inhalationsversuch nicht, dass eine kanzerogene Wirkung ausgeschlossen werden kann. Bei positiven Befunden in der Lunge ist zu prüfen, ob es zu einer Überladung gekommen ist.

### **d) Tierversuche mit intratrachealer Instillation, intrapleuraler und intraperitonealer Verabreichung**

Darüber hinaus haben sich zahlreiche Faserarten nach intratrachealer Instillation, intrapleuraler oder intraperitonealer Verabreichung als kanzerogen erwiesen. Diese Applikationswege sind zwar unphysiologisch, gewährleisten jedoch unmittelbar nach der Applikation eine hohe Dosis von Fasern an den Wirkungsorten, die auch beim Menschen relevant sind (Bronchialtrakt, Pleura und Peritoneum). Da sich in Inhalationsversuchen die Faserkonzentration in den Zielorganen nur allmählich aufbaut, steht im Gegensatz dazu bei den Versuchen mit intratrachealer, intraperitonealer und intrapleuraler Verabreichung eine längere Zeit und eine höhere Dosis für die Entstehung von Tumoren zur Verfügung.

Bei diesen Versuchsanordnungen lassen sich auch Dosis-Wirkungs-Beziehungen darstellen. Diese haben zu der allgemeinen Erkenntnis geführt, dass die Fasergestalt eine wesentliche Voraussetzung der kanzerogenen Wirkung bildet. Inhalationsversuche mit ausgewählten Keramikfasern haben positive Injektionsversuche bestätigt. Obwohl bei diesen Applikationsarten eine Überladung im Zielgewebe nicht auszuschließen ist, wird ein positives Ergebnis aus solchen Untersuchungen als starker Hinweis auf eine kanzerogene Faserwirkung auch beim Menschen gewertet.

### **e) Versuche zur Genotoxizität und Zelltransformation**

Untersuchungen zur Genotoxizität und zur zelltransformierenden Wirkung von verschiedenen Fasern zeigen ebenfalls, dass der Fasergestalt eine wesentliche Bedeutung für die Wirkung von Fasern zukommt. In verschiedenen Testsystemen waren numerische und strukturelle Chromosomenveränderungen nachweisbar, während es für Punktmutationen keine eindeutigen Hinweise gibt.

### **f) Biobeständigkeit**

Aufgrund der tierexperimentellen Ergebnisse mit beständigen und unbeständigen Fasern wird geschlossen, dass die sog. Biobeständigkeit einen wesentlichen Einfluss auf die kanzerogene Wirkung von Fasern hat. Im Augenblick lässt sich jedoch nicht abgrenzen, ab welcher Biobeständigkeit eine kanzerogene Wirkung zu erwarten ist und in welchem

Maße die Biobeständigkeit die Stärke der kanzerogenen Wirkung bestimmt. Gips oder Wollastonit z. B. lösen sich im Organismus innerhalb von Tagen bis zu einigen Wochen auf und ergeben auch im Intraperitonealversuch keinen Hinweis auf eine kanzerogene Wirkung.

### **g) Mechanismus**

Der Mechanismus der Faser-Toxizität und -Kanzerogenese ist sehr komplex und hinsichtlich vieler Einzelheiten unklar.

Die Tumorentstehung in der Lunge und an den serösen Häuten ist hauptsächlich eine Folge entzündungsbedingter Vorgänge. Chronische Entzündung und Zellproliferation werden von einer Beeinträchtigung der Faser-Clearance verursacht, dabei werden von Makrophagen, Alveolarzellen und Mesothelzellen entzündungsfördernde Cytokine und Wachstumsfaktoren und reaktive Sauerstoff- (ROS) und Stickstoffspezies (RNS) sowie Chlorradikale freigesetzt. Die Generierung dieser Radikale führt zu indirekten genotoxischen Wirkungen.

Zusätzliche mechanistische Aspekte sind:

- i) die Bildung von ROS und RNS durch die Fasern selbst,
- ii) die Aufnahme der Fasern in die Zielzellen mittels Endozytose, wobei ROS und RNS intrazellulär freigesetzt werden, sodass es zu genetischen und epigenetischen Veränderungen kommt, und
- iii) die Stimulierung von Zellrezeptoren und Inflammasomen, die ihrerseits intrazelluläre Signalwege aktivieren und dadurch Impulse der Zellproliferation und Apoptose-Resistenz setzen.

### **Zusammenfassung**

Die Faserstäube-Gruppen werden einzeln beurteilt und je nach Datenlage unter Berücksichtigung des Wirkungsmechanismus in eine der Kategorien für Kanzerogene eingestuft.

Die Ergebnisse der Bewertung der einzelnen Faser-Gruppen werden jeweils in der Liste IIa „Stoffe mit MAK-Wert sowie die in Abschnitt IIb und III bis XV genannten Stoffe“ angegeben (vgl. MAK-Collection<sup>27)</sup> „Faserstäube“).

#### *Organische Faserstäube*

Für organische Fasern kritischer Abmessungen ist keine Bewertung der Kanzerogenität möglich. Erforderlich sind Untersuchungen z. B. zur Kanzerogenität, Oberflächenbeschaffenheit, Bioverfügbarkeit und Biobeständigkeit, um eine kanzerogene Wirkung von organischen Fasern beurteilen zu können.

<sup>27)</sup> Ausführliche Begründung online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

## IV. Sensibilisierende Arbeitsstoffe

Durch Arbeitsstoffe hervorgerufene allergische Krankheitserscheinungen treten bevorzugt an der Haut (Kontaktexzem, Kontakturtikaria), den Atemwegen (Rhinitis, Asthma, Alveolitis) und an den Augenbindehäuten (Blepharokonjunktivitis) auf. Maßgebend für die Manifestationsart sind der Aufnahmeweg, die chemischen Eigenschaften und der Aggregatzustand der Stoffe.

Kontaktallergien manifestieren sich bevorzugt in der Form eines Kontaktexzems, dem pathogenetisch eine durch T-Lymphozyten vermittelte Immunreaktion vom verzögerten Typ zugrunde liegt. Ursache eines Kontaktexzems ist fast immer eine reaktive, niedermolekulare Substanz. Immunologisch sind diese niedermolekularen Substanzen als Haptene, Prehaptene oder Prohaptene anzusehen. Sie werden im Organismus entweder als solche (Haptene), nach ex vivo erfolgter Aktivierung (Prehaptene) oder nach Metabolisierung (Prohaptene) durch Bindung an Peptide oder Proteine zu Antigenen komplettiert.

Die Entwicklung einer Kontaktallergie vom Spättyp wird von mehreren Faktoren bestimmt, und zwar vom Sensibilisierungsvermögen, das sich aus den chemischen Eigenschaften des Stoffes bzw. dessen im Organismus entstehenden Metaboliten ergibt, von Konzentration, Dauer und Art der Einwirkung, von der genetisch determinierten Disposition und nicht zuletzt vom Zustand der Gewebe, auf die der Stoff trifft. Für die Induktion einer Sensibilisierung ist die durch eine vorbestehende Entzündung der Haut oder eine Irritation durch Fremdstoffe ausgelöste Freisetzung von (pro-)inflammatorischen Cytokinen (z. B. TNF- $\alpha$  oder Interleukin-1 $\beta$ ) erforderlich. Irritative Eigenschaften einer Substanz können somit das Sensibilisierungsvermögen des Stoffes steigern. Eine die Immunantwort stimulierende Cytokin-Induktion kann aber auch durch den zusätzlichen Kontakt mit anderen irritativen Stoffen, z. B. Detergenzien wie Natriumdodecylsulfat, ausgelöst werden, die dann den erforderlichen (pro-)inflammatorischen Stimulus liefern. Außerdem kann die irritative Wirkung derartiger Substanzen zu einer erhöhten Penetration sensibilisierender Stoffe führen. Eine die Penetration fördernde (oder auch senkende) Wirkung ist jedoch auch durch nicht-irritative Stoffe mit einer geeigneten Polarität (z. B. Dimethylsulfoxid) möglich. Derartige Kofaktoren und kombinatorische Effekte sowie besondere Einflüsse, welche unter Arbeitsplatzbedingungen relevant sind und auf die in den Begründungen ausdrücklich hingewiesen wird, werden daher bei der Bewertung, wie in Abschnitt IVc) dargestellt, berücksichtigt. Die Sensibilisierungsstärke eines Stoffes spiegelt sich nicht unbedingt in der Sensibilisierungshäufigkeit wider, da die klinische Bedeutung eines Kontaktallergens nicht nur von dessen Sensibilisierungsstärke bestimmt wird, sondern auch von der Verbreitung des Stoffes und der Häufigkeit der Expositionsmöglichkeiten. Eine quantitative Aussage über das Sensibilisierungsvermögen einer Substanz ist vor allem über Tierversuche, insbesondere dem Local Lymph Node Assay (LLNA) an der Maus, möglich. In-vitro-Untersuchungen sind derzeit für diese Fragestellung noch nicht hinreichend validiert.

Andere allergische Hauterkrankungen, z. B. urtikarielle Reaktionen, beruhen auf einer durch spezifische Antikörper vermittelten Immunreaktion. Ähnliche Symptome können aber auch auf nicht-immunologischen Mechanismen basieren (s. u.).

Bei den Atemwegsallergenen handelt es sich überwiegend um Makromoleküle, vorwiegend um Peptide oder Proteine. Aber auch niedermolekulare Stoffe sind in der Lage, spezifische immunologische Reaktionen an den Atemwegen hervorzurufen (siehe Liste

der Allergene). Einige der niedermolekularen inhalativen Allergene wirken auch als Kontaktallergene.

Die an den Atemwegen und Augenbindehäuten als Asthma bronchiale oder Rhinokonjunktivitis auftretenden allergischen Reaktionen sind in der Mehrzahl auf eine Reaktion des Allergens mit spezifischen Antikörpern der IgE-Klasse zurückzuführen und zählen zu den Manifestationen vom Soforttyp, können an den unteren Atemwegen aber auch erst nach mehreren Stunden auftreten. Die exogen allergische Alveolitis wird im Wesentlichen durch allergenspezifische Immunkomplexe vom IgG-Typ und durch zellvermittelte Reaktionen induziert. Allergische Reaktionen vom Soforttyp können auch systemische Reaktionen bis hin zum anaphylaktischen Schock hervorrufen.

Wie auch bei der Kontaktallergie ist die Entwicklung der inhalativen Allergie von verschiedenen Faktoren abhängig. Neben dem Substanz-spezifischen Sensibilisierungsvermögen sind Menge und Einwirkungsdauer des Allergens sowie die genetisch bedingte individuelle Disposition von maßgeblicher Bedeutung. Als prädisponierende Faktoren spielen genetisch determinierte oder erworbene Empfindlichkeitssteigerungen der Schleimhäute, z. B. durch Infekte oder Reizstoffe, eine Rolle. Besonderer Erwähnung bedarf die atopische Diathese, die durch eine erhöhte Bereitschaft für das atopische Ekzem (Neurodermitis) oder für die Ausbildung von allergischer Rhinitis und allergischem Asthma bronchiale gekennzeichnet ist und häufig mit einer gesteigerten IgE-Synthese einhergeht.

Darüber hinaus kommen auch andersartige, relativ selten zu beobachtende, immunologisch bedingte Erkrankungen vor, die dem allergischen Formenkreis zuzuordnen sind, wie mit Granulombildung einhergehende Erscheinungen (z. B. Berylliose) oder bestimmte exanthematische Hauterkrankungen.

Einige Stoffe führen erst dann zur Bildung von Antigenen und schließlich zu einer Kontaktsensibilisierung, wenn sie zuvor durch Lichtabsorption in einen energetisch angeregten Zustand übergegangen sind (Photokontaktsensibilisierung, „Photoallergisierung“). Viele andere Stoffe können ebenfalls zu einer durch Lichteinwirkung vermittelten Hautreaktion führen, ohne dass für diese jedoch ein immunologischer Mechanismus nachgewiesen ist (Phototoxizität). Die Unterscheidung zwischen einer phototoxischen Wirkung und einer immunologischen Photokontaktsensibilisierung kann Schwierigkeiten bereiten, da die klassischen Unterscheidungsmerkmale zwischen (photo)allergischer und (photo)toxischer Wirkung nicht immer anzutreffen sind. Im anglo-amerikanischen Sprachgebrauch wird für beide Mechanismen der Ausdruck „Photosensitization“ verwendet. Obwohl die photokontaktsensibilisierende und die phototoxische Reaktion primär auf der physikalischen Aktivierung („Photosensibilisierung“) eines Chromophors beruhen, sind beide Reaktionstypen klinisch und diagnostisch prinzipiell unterscheidbar.

Bis heute lassen sich weder für die Induktion einer Allergie (Sensibilisierung) noch für die Auslösung einer allergischen Reaktion beim Sensibilisierten allgemein gültige, wissenschaftlich begründbare Grenzwerte angeben. Eine Induktion ist umso eher zu befürchten, je höher die Konzentration eines Allergens bei der Exposition ist. Für die Auslösung einer akuten Symptomatik sind in der Regel niedrigere Konzentrationen ausreichend als für die Induktion einer Sensibilisierung. Auch bei Einhaltung der MAK-Werte sind Induktion oder Auslösung einer allergischen Reaktion nicht sicher zu vermeiden.

Sensibilisierende Arbeitsstoffe werden in der MAK- und BAT-Werte-Liste unter der Abkürzung „Sens“ mit „Sa“ oder „Sh“ markiert. Diese Markierung richtet sich ausschließlich nach dem Organ oder Organsystem, an dem sich die allergische Reaktion manifestiert. Der den Krankheitserscheinungen zugrundeliegende Pathomechanismus

bleibt unberücksichtigt. Mit „Sh“ werden solche Stoffe markiert, die zu allergischen Reaktionen an der Haut und den hautnahen Schleimhäuten führen können (hautsensibilisierende Stoffe). Das Symbol „Sa“ (atemwegssensibilisierende Stoffe) weist darauf hin, dass eine Sensibilisierung mit Symptomen an den Atemwegen und auch den Konjunktiven auftreten kann, dass aber auch weitere Wirkungen im Rahmen einer sog. Soforttypreaktion möglich sind. Hierzu gehören systemische Wirkungen (Anaphylaxie) oder auch lokale Wirkungen (Urtikaria) an der Haut. Letztere führen aber nur dann zu einer zusätzlichen Markierung mit „Sh“, wenn die Hauterscheinungen unter Arbeitsplatzbedingungen relevant sind. Stoffe, die die Lichtempfindlichkeit bei Exponierten auf nicht-immunologischem Wege erhöhen (z. B. Furocumarine), werden nicht gesondert markiert. Photokontaktsensibilisierende Stoffe (z. B. Bithionol) werden hingegen mit „SP“ markiert. Für ihre Bewertung sind keine eigenen Kriterien notwendig, da diese sich im Wesentlichen an den Kriterien zur Bewertung von kontaktsensibilisierenden Substanzen orientieren kann. Einige Substanzen können durch nicht spezifisch-immunologische Mechanismen, wie z. B. durch nicht-immunologische Freisetzung verschiedener Mediatoren, lokale oder systemische Reaktionen hervorrufen, deren Symptomatik vollständig oder weitgehend der Symptomatik der allergischen Reaktionen entspricht. Sie beruhen jedoch nicht auf einer Antigen-Antikörper-Reaktion und können deshalb auch bereits bei Erstkontakt eintreten. Derartige Reaktionen werden u. a. durch Sulfite, Benzoesäure, Acetylsalicylsäure und deren Derivate sowie verschiedene Farbstoffe, z. B. Tartrazin, ausgelöst. Solche Substanzen werden nicht mit „S“ markiert, auf die Möglichkeit nicht-immunologischer Reaktionen wird jedoch in den Bewertungen und gegebenenfalls auch in der MAK- und BAT-Werte-Liste ausdrücklich hingewiesen.

Im Folgenden werden die Kriterien aufgeführt, die zur Bewertung von kontakt- und atemwegssensibilisierenden Stoffen herangezogen werden.

### a) Kriterien zur Bewertung von Kontaktallergenen

Die allergologische Bewertung stützt sich auf unterschiedliche Informationen, die eine abgestufte Bewertung ihres Evidenzgrades erfordert:

1) Eine allergene Wirkung ist auf folgender valider Datengrundlage nach i) **oder** ii) **ausreichend begründbar:**

i) Erfahrungen beim Menschen

- Studien, in denen bei der Testung an größeren Patienten-Kollektiven in mindestens zwei unabhängigen Zentren mehrfach klinisch relevante Sensibilisierungen (Assoziation von Krankheitssymptomen und Exposition gegeben) beobachtet wurden, oder
- epidemiologische Studien, die eine Beziehung zwischen Sensibilisierung und Exposition zeigen, oder
- Fallberichte von mehr als einem Patienten aus mindestens zwei unabhängigen Zentren über eine klinisch relevante Sensibilisierung (Assoziation von Krankheitssymptomen und Exposition gegeben)

**oder**

ii) Ergebnisse aus experimentellen Untersuchungen

- Mindestens ein positiver Tierversuch nach geltenden Prüf-Richtlinien ohne Verwendung von Adjuvans, oder

- mindestens zwei weniger gut dokumentierte positive Tierversuche nach Prüf-Richtlinien, davon einer ohne Adjuvans, oder
- mindestens zwei positive Ergebnisse aus nach Prüf-Richtlinien durchgeführten In-vitro-Untersuchungen, in denen unterschiedliche Schlüsselereignisse der Kontaktsensibilisierung getestet werden.

2) Eine allergene Wirkung kann auf folgender Datengrundlage nach i) **und** ii) als **wahrscheinlich** angesehen werden:

i) Erfahrungen beim Menschen

- Studien, in denen bei der Testung in nur einem Zentrum mehrfach klinisch relevante Sensibilisierungen (Assoziation von Krankheitssymptomen und Exposition gegeben) beobachtet wurden, oder
- Studien, in denen bei der Testung an größeren Patienten-Kollektiven in mindestens zwei unabhängigen Zentren mehrfach Sensibilisierungen ohne Angaben zur klinischen Relevanz beobachtet wurden

**und**

ii) Ergebnisse aus experimentellen Untersuchungen

- ein positiver Tierversuch mit Adjuvans nach geltenden Prüf-Richtlinien, oder
- positive Ergebnisse aus einer nach Prüf-Richtlinien durchgeführten In-vitro-Untersuchung, oder
- Hinweise aus strukturellen Überlegungen anhand ausreichend valider Befunde für strukturell eng verwandte Verbindungen.

3) Eine allergene Wirkung ist **nicht ausreichend begründbar**, aber auch nicht auszuschließen, wenn lediglich folgende Daten vorliegen:

- unzureichend dokumentierte Fallberichte, oder
- lediglich ein positiver, nach geltenden Prüf-Richtlinien durchgeführter Tierversuch unter Verwendung von Adjuvans, oder
- positive Tierversuche, die nicht nach geltenden Prüf-Richtlinien durchgeführt wurden, oder
- Hinweise aus Untersuchungen zu Struktur-Wirkungs-Beziehungen oder aus nicht nach Prüf-Richtlinien durchgeführten In-vitro-Untersuchungen.

Kommentar:

Beobachtungen beim Menschen:

Die an mehreren Kliniken und allergologischen Zentren laufend gewonnenen Daten über serienmäßig vorgenommene Epikutantests vermitteln ein gut brauchbares Bild über die Häufigkeit der Kontaktsensibilisierung und die praktische Bedeutung der einzelnen Kontaktallergene. Hingegen liegen nur für wenige Allergene Daten vor, die durch zuverlässige, aussagekräftige epidemiologische Untersuchungen gewonnen wurden.

Die besonders häufig beobachteten Allergene, z.B. Nickel, weisen nicht immer das höchste Sensibilisierungsvermögen auf. Umgekehrt spielen Substanzen mit besonders ausgeprägtem Sensibilisierungspotenzial, z.B. 2,4-Dinitrochlorbenzol, zahlenmäßig nur eine geringe Rolle, weil nur eine kleine Zahl von Menschen mit diesen Substanzen in ausreichender Intensität in Kontakt kommt. Eine Reihe von hochwirksamen Kontaktallergenen ist aufgrund klinischer Beobachtungen an nur wenigen Erkrankten entdeckt worden, nicht selten nach erstmaliger und einmaliger Applikation (evtl. auch bei erstmaliger Epikutantestung). Als Beispiele seien genannt: Chlormethylimidazol, Diphenylcyclopropanon,

Quadratsäurediethylester, p-Nitrobenzoylbromid. Für derartige Ausnahmefälle und bei valider wissenschaftlicher Datenlage wäre eine Evidenz als „wahrscheinlich gegeben“ (Kategorie a2) anzunehmen, auch wenn die Daten nur aus einem Zentrum stammen.

Gebrauchstests mit Arbeitsstoffen an Menschen – oft firmeninterne Untersuchungen des Herstellers – haben bei sachgemäßer Durchführung einen hohen Stellenwert. Experimentelle Sensibilisierungsprüfungen sind heute aus ethischen Gründen abzulehnen, historische Ergebnisse aber bei der Bewertung eines Stoffes durchaus von Bedeutung.

Beobachtungen in experimentellen Untersuchungen:

Tierexperimente zur Ermittlung des Sensibilisierungsvermögens eines Stoffes wurden am Meerschweinchen mit oder ohne Zuhilfenahme von Freundlichem komplettem Adjuvans (FCA) sowie an der Maus vorgenommen. Am häufigsten wurden der Maximierungstest nach Magnusson und Kligman (FCA-Methode) sowie der Buehler-Test und der LLNA (Nicht-FCA-Methoden) eingesetzt. Die FCA-Methoden besitzen in der Regel die größere Empfindlichkeit und können deshalb gelegentlich Anlass für die Überbewertung eines Sensibilisierungspotenzials sein. Aus diesem Grunde wurde in den Kriterien einem positiven Test ohne Adjuvans ein höherer Evidenzgrad zuerkannt als einem positiven Test mit Adjuvans.

Die Aussagefähigkeit der tierexperimentellen Verfahren ist im Allgemeinen als gut zu bezeichnen, d. h. bei der Mehrzahl der untersuchten Stoffe hat sich eine gute Übereinstimmung mit den bei Menschen gewonnenen Daten ergeben. Ein Vorteil der tierexperimentellen Methoden besteht darin, dass Dosis-Wirkungsbeziehungen ermittelt werden können.

Die für In-vitro-Untersuchungen eingesetzten Testsysteme beziehen sich jeweils auf einzelne Schlüsselereignisse der Sensibilisierungsphase wie die Bindung der Testsubstanz an Proteine, die Aktivierung von Keratinozyten, die Reifung und Migration dendritischer Zellen oder die Aktivierung und Proliferation von T-Lymphozyten. Positive Befunde aus In-vitro-Untersuchungen werden hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft. Hierfür können z. B. Betrachtungen der physikalisch-chemischen Eigenschaften der Stoffe, bestehende Kenntnisse zur Reaktivität gegenüber Proteinen oder Betrachtungen von Struktur-Wirkungsbeziehungen herangezogen werden. Ein Bewertungsschema, in dem allein eine Mindestzahl positiver Befunde gefordert ist, wird von der Kommission als ein für eine wissenschaftliche Bewertung zu starres Instrument erachtet.

Bei Substanzen, für die bisher eine Expositionsmöglichkeit nicht gegeben bzw. bekannt ist (z. B. weil sie neu synthetisiert oder neu vermarktet wurden) und deshalb klinische Daten nicht vorliegen können (das Kriterium der klinischen Beobachtung also weder positiv noch negativ eingesetzt werden kann), können auch allein positive Ergebnisse aus tierexperimentellen Untersuchungen, die nach Prüf-Richtlinien unter Verwendung von Adjuvans durchgeführt wurden, auf eine wahrscheinliche allergene Wirkung hinweisen (Kategorie a2). Dies kann in Einzelfällen auch für plausible positive Ergebnisse aus experimentellen Untersuchungen gelten, die nicht den Anforderungen geltender Prüf-Richtlinien entsprechen, wenn theoretische Überlegungen über eine enge strukturchemische Verwandtschaft mit bekannten Allergenen oder fundierte mechanistische Aspekte auf analoge Eigenschaften eines Stoffes schließen lassen.

Theoretische Überlegungen bedürfen der praktischen Bestätigung; ihr Stellenwert im Rahmen der Gesamtbeurteilung ist daher geringer anzusetzen und sie können ohne weitere klinische oder experimentelle Daten kein alleiniges Kriterium bei der Beurteilung der möglichen sensibilisierenden Wirkung sein.

## b) Kriterien zur Bewertung von inhalativ wirksamen Allergenen

Folgende Daten können zur Bewertung von inhalativ wirksamen Allergenen herangezogen werden, müssen aber ebenfalls hinsichtlich ihres Evidenzgrades unterschiedlich beurteilt werden:

- 1) Die allergene Wirkung einer Substanz an den Atemwegen oder der Lunge ist auf folgender valider Datengrundlage **ausreichend begründbar**:
    - Studien oder Fallberichte über eine spezifische Überempfindlichkeit der Atemwege oder der Lunge, die auf einen immunologischen Wirkungsmechanismus hinweisen, von mehr als einem Patienten aus mindestens zwei unabhängigen Zentren. Zusätzlich muss eine Assoziation von Exposition und (objektivierbaren) Symptomen oder Funktionseinschränkungen der oberen oder unteren Atemwege bzw. der Lunge nachgewiesen sein.
  - 2) Eine allergene Wirkung kann auf folgender Datengrundlage als **wahrscheinlich** angesehen werden:
    - lediglich ein Fallbericht über eine spezifische Überempfindlichkeit der Atemwege oder der Lunge
- und**
- ergänzende Hinweise auf eine sensibilisierende Wirkung, z.B. anhand enger Struktur-Wirkungsbeziehungen mit bekannten Atemwegsallergenen.
- 3) Eine allergene Wirkung ist **nicht ausreichend begründbar**, aber auch nicht auszuschließen, wenn lediglich folgende Daten vorliegen:
    - epidemiologische Studien, die eine Häufung von Symptomen oder Funktionseinschränkungen bei Exponierten nachweisen, oder
    - Studien oder Fallberichte über eine spezifische Überempfindlichkeit der Atemwege oder der Lunge von nur einem Patienten, oder
    - Studien oder Fallberichte über Sensibilisierungen (z.B. IgE-Nachweis) ohne das Vorliegen von Symptomen oder Funktionseinschränkungen mit Kausalbezug zur Exposition, oder
    - positive Tierversuche, oder
    - positive Ergebnisse aus In-vitro-Untersuchungen, oder
    - Struktur-Wirkungsbeziehungen mit bekannten Atemwegsallergenen.

Kommentar:

Die Bewertung stützt sich in der Regel auf epidemiologische Studien. Fallbeschreibungen halten dagegen nicht immer der Kritik stand, nicht zuletzt wegen der Schwierigkeit bzw. Unmöglichkeit, ausreichende Kontrolluntersuchungen vornehmen zu können. Das gilt insbesondere für die inhalativen Provokationstests. Hinzu kommt, dass die Expositionsdaten nicht immer in ausreichendem Maße zu erstellen sind.

Symptome sind zumeist für eine Markierung als Atemwegsallergen nicht ausreichend; in aller Regel sind ein Sensibilisierungsnachweis und objektivierbare Symptome wie expositionsbezogene Verschlechterung der Lungenfunktion oder bronchiale Überempfindlichkeit auf spezifische Stimuli erforderlich. Ein immunologischer Wirkmechanismus kann durch In-vivo- (z.B. Pricktest) oder In-vitro-Befunde wahrscheinlich gemacht werden, im Idealfall durch Nachweis eines spezifischen Antikörpers bei nachgewiesener Exposition.

Für viele Substanzen ist ein immunologischer Mechanismus als direkter Hinweis bisher nicht nachgewiesen. Deshalb können auch indirekte Hinweise auf einen immunologischen Wirkmechanismus bei der Bewertung berücksichtigt werden. Hier sind zu nennen:

- Latenzzeit zwischen Expositionsbeginn und Auftreten erster Symptome (Sensibilisierungsperiode)
- Geringe Substanzkonzentrationen für die Symptomauslösung, die bei geeigneten Kontrollen nicht zu Symptomen führen
- Isolierte Spätreaktionen oder aufeinanderfolgende Sofort- und Spätreaktionen (duale Reaktionen) im inhalativen Provokationstest
- Begleitende kutane Symptome wie Urtikaria oder Quincke-Ödem.

Eine allergene Wirkung ist nicht ausreichend begründbar, aber auch nicht auszuschließen, wenn Hinweise auf eine atemwegssensibilisierende Wirkung vorliegen, die in den Kriterien genannten Bedingungen aber nicht erfüllt sind. Insbesondere liefern epidemiologische Studien, die eine Häufung von Symptomen oder Funktionseinschränkungen bei Exponierten nachweisen (ggf. auch mit Nachweis einer Dosis-Wirkungsbeziehung), ohne dass Hinweise auf einen spezifischen immunologischen Mechanismus vorliegen, keine ausreichende Evidenz für eine sensibilisierende Eigenschaft. Auch Studien oder Fallberichte, die ausschließlich eine arbeitsplatzbezogene Variation der Lungenfunktion oder der bronchialen Hyperreaktivität dokumentieren, sind nicht ausreichend.

Bis heute gibt es keine vollständig validierte Methode zur Induzierung und zum Nachweis von Atemwegsallergien im Tiermodell.

In Meerschweinchen-Modellen führen sensibilisierende Stoffe zu ähnlichen Reaktionen wie beim Menschen. Durch inhalative oder auch durch intradermale, subkutane oder epidermal topische Applikation lassen sich Sensibilisierungen induzieren. In diesen Tests wird häufig die respiratorische Hyperreagibilität (Atemfrequenz, Atemzugvolumen, Atemminutenvolumen, Inspirations- und Expirationszeit, Ausatemgeschwindigkeit) gemessen. Im Maus-IgE-Test wird das Sensibilisierungspotenzial an BALB/c-Mäusen als Funktion des Anstieges des Gesamt-IgE, bisher aber nicht des substanzspezifischen IgE bestimmt. In Untersuchungen an Ratten werden Effekte häufig nach topischer Induktions- und inhalativer Auslösebehandlung untersucht.

Mittels dieser Tiermodelle lässt sich ein NOEL (No Observed Effect Level) aufstellen, dessen Übertragbarkeit auf den Menschen aber fraglich ist. Systematisch vergleichende Prüfungen wurden bisher nicht durchgeführt.

Standardisierte In-vitro-Methoden, die zugleich sensitiv und spezifisch sind, also auch eine Unterscheidung von Atemwegs- und Kontaktallergenen ermöglichen, liegen für niedermolekulare Atemwegs-Allergene bisher nicht vor. Bisher ist auch – abgesehen von einzelnen Stoffklassen wie den Diisocyanaten oder den Dicarbonsäureanhydriden – eine valide Beurteilung des atemwegssensibilisierenden Potenzials allein anhand von strukturellen oder mechanistischen Gesichtspunkten nicht möglich. Diese können aber bei nicht eindeutiger Datenlage aus experimentellen Untersuchungen ggf. hilfreich sein.

### **c) Markierung eines Arbeitsstoffes als Allergen**

Anhand der jeweiligen Evidenz einer allergenen Wirkung wird, soweit möglich, unter zusätzlicher Berücksichtigung des anzunehmenden Ausmaßes der Exposition gegen den betreffenden Stoff die Notwendigkeit zur Markierung in der MAK- und BAT-Werte-Liste überprüft:

- Die entsprechend den Kriterien in Abschnitt IVa) oder IVb) charakterisierten Stoffe der Kategorie 1) oder der Kategorie 2) werden in der Regel als Allergene mit „Sa“, „Sh“, „Sah“ bzw. „SP“ markiert.
  - Stoffe, bei denen diese Kriterien erfüllt sind, werden auch dann mit „S“ markiert, wenn die beobachteten Sensibilisierungen im überwiegenden Maße an Kofaktoren gebunden sind, die (nur) unter Arbeitsplatzbedingungen relevant sind (z. B. (Vor-) Schädigung der Hautbarriere durch chemische oder physikalische Beeinflussung).
- Eine Markierung mit „S“ erfolgt hingegen nicht, wenn
  - trotz vielfacher Verwendung nur sehr wenige (gut dokumentierte) Fälle beobachtet wurden, oder
  - die beobachteten Sensibilisierungen im Wesentlichen an Kofaktoren gebunden sind, die unter Arbeitsplatzbedingungen nicht relevant sind (z. B. das Vorliegen eines Unterschenkelelkzems), oder
  - der Stoff entsprechend den Kriterien in Abschnitt IVa) oder IVb) der Kategorie 3) zugeordnet wurde. Hierzu zählen auch Stoffe, bei denen zwar ein positiver Befund in einer tierexperimentellen Untersuchung unter Verwendung von Adjuvans (Maximierungstest) vorliegt, gleichzeitig aber trotz maßgeblicher Exposition beim Menschen keine Fälle einer Kontaktsensibilisierung beobachtet wurden. Eine Markierung mit „Sa“ erfolgt nicht, wenn die aufgetretenen Reaktionen auf irritativen oder pharmakologischen Effekten beruhen, da diese Effekte bei der Festlegung des MAK-Wertes berücksichtigt werden.
- In Einzelfällen ist daher ein von der Kennzeichnung nach der EU-Verordnung zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen abweichendes Vorgehen möglich.

Die Kriterien haben den Charakter von Leitlinien, an denen sich die Bewertung der Datenlage in nachvollziehbarer Weise orientieren soll, von deren strikter Anwendung in besonderen Fällen aber abgewichen werden kann.

#### **d) Liste der Allergene**

Die folgende Liste enthält die in der Stoffliste (vgl. Abschnitt II a) mit Sa, Sh, Sah oder SP markierten Stoffe. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und wird ständig überprüft und ergänzt.

Abietinsäure [514-10-3] (Sh)

Schließt auch Disproportionierungs- und Umlagerungsprodukte ein. Ein immunologischer Mechanismus für das auf Abietinsäure-haltige Arbeitsstoffe öfter beobachtete Asthma ist nicht gesichert.

Acrylamid [79-06-1] (Sh)

Acrylnitril [107-13-1] (Sh)

Alkalipersulfate (Sah)

1-Allyloxy-2,3-epoxypropan [106-92-3] (Sh)

p-Aminoazobenzol [60-09-3] (Sh)

o-Aminoazotoluol [97-56-3] (Sh)

4-Aminodiphenylamin [101-54-2] (Sh)

2-Aminoethanol [141-43-5] (Sh)

2-(2-Aminoethoxy)ethanol (Diglykolamin) [929-06-6] (Sh)

3-Aminophenol [591-27-5] (Sh)

4-Aminophenol [123-30-8] (Sh)  
 Ammoniumpersulfat [7727-54-0] (Sah)  
 $\alpha$ -Amylase (Sa)  
 $\alpha$ -Amylzimtaldehyd [122-40-7] (Sh)  
 Anilin [62-53-3] (Sh)  
 Azinphos-methyl [86-50-0] (Sh)  
 Benomyl [17804-35-2] (Sh)  
 1,2-Benzisothiazol-3(2H)-on [2634-33-5] (Sh)  
 1,4-Benzochinon [106-51-4] (Sh)  
 Benzylalkoholmono(poly)hemiformal [14548-60-8] (Sh)  
 Formaldehydabspalter  
 Beryllium [7440-41-7] und seine anorganischen Verbindungen (Sah)  
 N,N-Bis(2-ethylhexyl)-[(1,2,4-triazol-1-yl)methyl]amin [91273-04-0] (Sh)  
 Bis(morpholino)methan [5625-90-1] (Sh)  
 Formaldehydabspalter  
 Bisphenol A (4,4'-Isopropylidendiphenol) [80-05-7] (SP)  
 Bisphenol-A-diethoxymethacrylat (BIS-EMA) [24448-20-2] (Sh)  
 Bisphenol-A-diglycidylacrylat (BIS-GA) [4687-94-9] (Sh)  
 Bisphenol-A-diglycidylether [1675-54-3] (Sh)  
 Bisphenol-A-diglycidylmethacrylat [1565-94-2] (Sh)  
 Bisphenol-F-diglycidylether (Sh)  
 Bithionol [97-18-7] (SP)  
 2-Brom-2-(brommethyl)pentandinitril (1,2-Dibrom-2,4-dicyanbutan) [35691-65-7] (Sh)  
 Bromelain [9001-00-7] (Sa)  
 2-Brom-2-nitropropan-1,3-diol [52-51-7] (Sh)  
 Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente und Korrosionsschutzmittelkomponente: siehe GefStoffV 2010, Anhang II (zu §16 Absatz 2), Nr. 4  
 1,4-Butandioldiacrylat [1070-70-8] (Sh)  
 1,4-Butandioldiglycidylether [2425-79-8] (Sh)  
 1,4-Butandioldimethacrylat [2082-81-7] (Sh)  
 Butanonoxim [96-29-7] (Sh)  
 1-Butanthiol [109-79-5] (Sh)  
 2-Butin-1,4-diol [110-65-6] (Sh)  
 1-n-Butoxy-2,3-epoxypropan [2426-08-6] (Sh)  
 1-tert-Butoxy-2,3-epoxypropan [7665-72-7] (Sh)  
 n-Butylacrylat [141-32-2] (Sh)  
 tert-Butylacrylat [1663-39-4] (Sh)  
 N-Butyl-1,2-benzisothiazolin-3-on [4299-07-4] (Sh)  
 p-tert-Butylbrenzkatechin [98-29-3; 27213-78-1] (Sh)  
 n-Butylmethacrylat [97-88-1] (Sh)  
 p-tert-Butylphenol (ptBP) [98-54-4] (Sh)  
 p-tert-Butylphenol-Formaldehyd-Kondensationsprodukte (niedermolekulare) (Sh)  
 p-tert-Butylphenylglycidylether [3101-60-8] (Sh)  
 N-Carboxyanthranilsäureanhydrid [118-48-9] (Sh)  
 Cellulasen (Sa)  
 2-Chloracetamid [79-07-2] (Sh)  
 m-Chloranilin [108-42-9] (Sh)  
 p-Chloranilin [106-47-8] (Sh)

- 2-Chlor-10-(3-(dimethylamino)propyl)phenothiazin (Chlorpromazin) [50-53-3] (SP)
- 1-Chlor-2,4-dinitrobenzol [97-00-7] (Sh)
- 1-Chlor-2,3-epoxypropan (Epichlorhydrin) [106-89-8] (Sh)
- Chloressigsäuremethylester [96-34-4] (Sh)
- p-Chlor-m-kresol [59-50-7] (Sh)
- 5-Chlor-2-methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on und 2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on [26172-55-4; 2682-20-4] Gemisch im Verhältnis 3:1 (Sh)
- Chlorthalonil [1897-45-6] (Sh)
- Chrom(III)-Verbindungen (Sh)  
Gilt nicht für Chrom(III)-oxid und vergleichbar schwerlösliche Chrom(III)-Verbindungen.
- Chrom(VI)-Verbindungen (einatembare Fraktion) (Sh)  
keine Sh-Markierung für Barium- und Bleichromat
- Cobalt [7440-48-4] und Cobaltverbindungen (einatembare Fraktion) (Sah)
- Colophonium [8050-09-7] (Sh)  
Ein immunologischer Mechanismus für das auf Colophonium-haltige Arbeitsstoffe öfter beobachtete Asthma ist nicht gesichert.
- Cyanamid [420-04-2] (Sh)
- Cyanurchlorid [108-77-0] (Sh)
- N-Cyclohexyl-2-benzothiazolsulfenamid [95-33-0] (Sh)
- N-Cyclohexyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin [101-87-1] (Sh)
- Diacetyl [431-03-8] (Sh)
- 4,4'-Diaminodiphenylmethan [101-77-9] (Sh)
- 1,2-Diaminoethan [107-15-3] (Sah)
- 1,5-Diaminonaphthalin [2243-62-1] (Sh)
- Dibenzothiazyldisulfid [120-78-5] (Sh)
- 2,2-Dibrom-2-cyanacetamid [10222-01-2] (Sh)
- 3,4-Dichloranilin [95-76-1] (Sh)
- 1,3-Dichlorpropen (cis- und trans-) [542-75-6] (Sh)
- Dicyclohexylcarbodiimid [538-75-0] (Sh)
- 4,4'-Dicyclohexylmethandiisocyanat [5124-30-1] (Sh)
- Diethanolamin [111-42-2] (Sh)  
Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodiethanolamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . .“.
- Diethylenglykoldiacrylat [4074-88-8] (Sh)
- Diethylenglykoldimethacrylat [2358-84-1] (Sh)
- Diethylentriamin [111-40-0] (Sh)
- Diglycidylresorcinether [101-90-6] (Sh)
- 1,4-Dihydroxybenzol [123-31-9] (Sh)
- N,N'-Dimethylaminoethylmethacrylat [2867-47-2] (Sh)
- N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin [793-24-8] (Sh)
- 1,1-Dimethylhydrazin [57-14-7] (Sh)
- 1,2-Dimethylhydrazin [540-73-8] (Sh)
- Dimethyloldihydroxyethylenharnstoff [1854-26-8] (Sh)
- 1,3-Dimethylol-5,5-dimethylhydantoin [6440-58-0] (Sh)
- Dipentamethylenthuramdisulfid [94-37-1] (Sh)
- Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (MDI) [101-68-8] (einatembare Fraktion) s. auch „polymeres MDI“ (Sah)
- N,N'-Diphenyl-p-phenylendiamin [74-31-7] (Sh)
- Dispers Blau 106/124 [68516-81-4; 15141-18-1] (Sh)
- Dispersionsgelb 3 [2832-40-8] (Sh)

Dispersionsorange 3 [730-40-5] (Sh)

Dispersionsrot 1 [2872-52-8] (Sh)

Dispersionsrot 17 [3179-89-3] (Sh)

Disulfiram [97-77-8] (Sh)

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodiethylamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

Dithio-2,2'-bis(benzmethylamid) [2527-58-4] (Sh)

Eichenmoos-Extrakte (Sh)

3,4-Epoxycyclohexylcarbonsäure-3,4-epoxycyclohexylmethylester [2386-87-0] (Sh)

1,2-Epoxypropan [75-56-9] (Sh)

Ethylacrylat [140-88-5] (Sh)

5-Ethyl-3,7-dioxa-1-azabicyclo[3.3.0]octan (EDA0) [7747-35-5] (Sh)

Formaldehydabspalter

Ethylenglykoldimethacrylat [97-90-5] (Sh)

2-Ethylhexylacrylat [103-11-7] (Sh)

2-Ethylhexylmercaptoacetat [7659-86-1] (Sh)

Ethylmethacrylat [97-63-2] (Sh)

Eugenol [97-53-0] (Sh)

Farnesol [4602-84-0] (Sh)

Formaldehyd [50-00-0] (Sh)

Geraniol [106-24-1] (Sh)

Getreidemehlstäube Roggen, Weizen (Sa)

Glutardialdehyd [111-30-8] (Sah)

Glycerylmonothioglykolat [30618-84-9] (Sh)

Glycidylmethacrylat [106-91-2] (Sh)

Glycidyltrimethylammoniumchlorid [3033-77-0] (Sh)

Glyoxal [107-22-2] (Sh)

Gold [7440-57-5] und seine anorganischen Verbindungen (Sh)

nur lösliche Goldverbindungen

Gummiinhaltsstoffe

Dithiocarbamate (Sh)

Thiazolgruppe (Sh)

p-Phenylendiaminverbindungen (Sh)

Thiurame (Sh)

Hartmetall, Wolframcarbid- und Cobalt-haltig (einatembare Fraktion) (Sah)

Hexahydrophthalsäureanhydrid [85-42-7] (Sa)

Hexahydrophthalsäurediglycidylester [5493-45-8] (Sh)

Hexamethylendiisocyanat [822-06-0] (Sah)

Hexamethylentetramin [100-97-0] (Sh)

Formaldehydabspalter

1,6-Hexandioldiacrylat [13048-33-4] (Sh)

1,6-Hexandioldiglycidylether [16096-31-4] (Sh)

Hölzer

Acacia melanoxylon R.Br., tropische Akazie (Sh)

Brya ebenus DC., Cocusholz, Grenadillholz, westindisches Grenadillholz (Sh)

Chlorophora excelsa (Welw.) Benth. & Hook, Iroko, Kambala (Sh)

Dalbergia latifolia Roxb., ostindischer Palisander (Sh)

Dalbergia melanoxylon Guill. et Perr., afrikanisches Grenadillholz (Sh)

Dalbergia nigra Allem., Rio Palisander (Sh)

- Dalbergia retusa Hemsl., Cocobolo (Sh)  
 Dalbergia stevensonii Standley, Honduras Palisander (Sh)  
 Distemonanthus benthamianus Baill., Ayan, Movingui (Sh)  
 Grevillea robusta A.Cunn., australische Silbereiche (Sh)  
 Khaya anthotheca C.DC., Acajou blanc, afrikanisches Mahagoni (Sh)  
 Machaerium scleroxylon Tul., Jacaranda pardo, Santos Palisander (Sh)  
 Mansonia altissima A.Chev., Bété (Sh)  
 Paratecoma peroba (Record) Kuhlm., Peroba do campo, Peroba jaune (Sh)  
 Tectona grandis L.f., Teak (Sh)  
 Terminalia superba Engl. u. Diels, Fraké, Limba (Sa)  
 Thuja plicata (D.Don.) Donn., Riesenlebensbaum, Rotzeder, Western Red Cedar (Sah)  
 Triplochiton scleroxylon K.Schum., Abachi, Obeche (Sah)
- Hydrazin [302-01-2] (Sh)  
 Hydrazinhydrat [7803-57-8] und Hydrazinsalze (Sh)  
 Hydroxycitronellal [107-75-5] (Sh)  
 2-Hydroxyethylacrylat [818-61-1] (Sh)  
 2-Hydroxyethylmethacrylat [868-77-9] (Sh)  
 N-(2-Hydroxyethyl)-3-methyl-2-chinoxalincarboxamid-1,4-dioxid (Olaquinox) [23696-28-8] (SP)
- ★ N-(2-Hydroxyethyl)piperidin [3040-44-6] (Sh)  
 Hydroxylamin [7803-49-8] und seine Salze (Sh)  
 Hydroxymethylpentylcyclohexencarboxaldehyd (Lyal) [31906-04-4] (Sh)  
 Hydroxypropylacrylat (alle Isomere) [25584-83-2] (Sh)  
 2-Hydroxypropylmethacrylat [923-26-2] (Sh)  
 3-Iod-2-propinylbutylcarbammat [55406-53-6] (Sh)  
 Isobornylacrylat [5888-33-5] (Sh)  
 Isoeugenol [97-54-1] (Sh)  
 Isophorondiamin [2855-13-2] (Sh)  
 Isophorondiisocyanat [4098-71-9] (Sah)  
 4-Isopropylphenylisocyanat [31027-31-3] (Sh)  
 N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin [101-72-4] (Sh)  
 Kresylglycidylether Isomerengemisch [26447-14-3] o-Isomer [2210-79-9] (Sh)  
 D-Limonen [5989-27-5] (Sh)  
 D,L-Limonen [138-86-3] und ähnliche Gemische (Sh)  
 L-Limonen [5989-54-8] (Sh)  
 Maleinsäureanhydrid [108-31-6] (Sah)  
 Mangan-N,N'-ethylen-bis-(dithiocarbamat) (Maneb) [12427-38-2] (Sh)  
 Merbromin [129-16-8] (Sh)  
 2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4] (Sh)  
 Methenamin-3-chlorallylchlorid [4080-31-3] (Sh)
- Formaldehydabspalter  
 Methylacrylat [96-33-3] (Sh)  
 N-Methyl-bis(2-chlorethyl)amin [51-75-2] (Sh)  
 2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on [2682-20-4] (Sh)  
 N,N'-Methylenbis(5-methyloxazolidin) [66204-44-2] (Sh)  
 Methylmethacrylat [80-62-6] (Sh)

N-Methylolchloracetamid [2832-19-1] (Sh)

Formaldehydabspalter

2-Methyl-2-propanthiol [75-66-1] (Sh)

Methyltetrahydrophthalsäureanhydrid [11070-44-3] (Sa)

N-Methyl-N,2,4,6-tetranitroanilin [479-45-8] (Sh)

Methylvinylketon [78-94-4] (Sh)

Mikrobielle Labersatzstoffe: Endothiapepsin und Mucorpepsin (Sa)

Monomethylhydrazin [60-34-4] (Sh)

Morpholinylmercaptobenzothiazol [102-77-2] (Sh)

Naled [300-76-5] (Sh)

Naphthalsäureanhydrid [81-84-5] (Sh)

1,5-Naphthylendiisocyanat [3173-72-6] (Sa)

Natriumdiethyldithiocarbamat [148-18-5] (Sh)

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodiethylamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . .“.

Naturgummilatex [9006-04-6] (Sah)

Nickel und Nickelverbindungen (einatembare Fraktion) (Sah)

Bezüglich der beim Menschen eindeutig krebserzeugend gefundenen Verbindungen, siehe

„Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“. Vgl. auch Fußnote 1) in Abschn. I. Die atemwegsensibilisierende Wirkung ist nur für wasserlösliche Nickelverbindungen hinreichend nachgewiesen.

4-Nitro-4'-aminodiphenylamin-2-sulfonsäure [91-29-2] (Sh)

4-(2-Nitrobutyl)morpholin (70 Gew.%) und 4,4'-(2-Ethyl-2-nitro-1,3-propandiyl)bis-morpholin (20 Gew.%) [2224-44-4; 1854-23-5] (Gemisch) (Sh)

Formaldehydabspalter und Nitrosaminbildner.

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente und Korrosionsschutzmittelkomponente: siehe GefStoffV 2010, Anhang II (zu §16 Absatz 2), Nr. 4

p-Nitrocumol [1817-47-6] (Sh)

2-Nitro-p-phenylendiamin [5307-14-2] (Sh)

2-n-Octyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on [26530-20-1] (Sh)

Palladium [7440-05-3] und Palladiumverbindungen

Palladiumchlorid [7647-10-1] (Sh)

bioverfügbare Palladium(II)-Verbindungen (Sh)

Papain [9001-73-4] (Sa)

Pentaerythritriacrylat [3524-68-3] (Sh)

2,3-Pentandion [600-14-6] (Sh)

Pepsin [9001-75-6] (Sa)

Phenol-Formaldehyd-Kondensationsprodukte (niedermolekulare) (Sh)

o-Phenylendiamin [95-54-5] (Sh)

m-Phenylendiamin [108-45-2] (Sh)

p-Phenylendiamin [106-50-3] (Sh)

Bei dem früher vor allem in der Pelzfärbung mit p-Phenylendiamin häufiger beobachteten „Ursol-Asthma“ ist eine inhalative Allergie auf p-Phenylendiamin nicht gesichert, s. „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“ (27. Lieferung 1998).

Phenylglycidylether [122-60-1] (Sh)

Phenylhydrazin [100-63-0] (Sh)

Phenylisocyanat [103-71-9] (Sah)

N-Phenyl-1-naphthylamin [90-30-2] (Sh)

N-Phenyl-2-naphthylamin [135-88-6] (Sh)

Phthalsäureanhydrid [85-44-9] (Sa)

Phytasen (Sa)

Pikrylchlorid [88-88-0] (Sh)

**Piperazin [110-85-0] (Sah)**

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N,N'-Dinitrosopiperazins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

**Platinverbindungen (Chloroplatinate) (Sah)**

Eine Spitzenkonzentration von 2 µg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

**„polymeres MDI“ [9016-87-9] (einatembare Fraktion) s. auch Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (Sah)**

„polymeres MDI“ (pMDI) ist ein technisches MDI, das 30–80 Massen-% Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat enthält; Restgehalte bestehen aus MDI-Oligomeren und MDI-Homologen.

**Pyrethrum [8003-34-7] (Sh)**

Gilt nicht für die insektiziden Inhaltsstoffe (Pyrethrine und Cinerine) und für synthetische Derivate (Pyrethroide), sondern nur für in der Droge und deren ungereinigten Extrakten enthaltene Inhaltsstoffe (u. a. α-Methylsesquiterpenlactone, z. B. Pyrethrosin).

**Quecksilber [7439-97-6] und seine anorganischen Verbindungen (als Hg berechnet) (Sh)****Quecksilberverbindungen, organische (Sh)****Resorcin [108-46-3] (Sh)****Rizinusproteine (Sa)****Sesquiterpenlactone (Sh)****Sojabohneninhaltsstoffe (Sa)****Subtilisine (Sa)****Tallöl, destilliert [8002-26-4] (Sh)**

Gilt nur für Abietinsäure-haltige Tallöldestillate (siehe auch Begründung Abietinsäure 2002).

**Terpentinöl [8006-64-2] (Sh)****Tetraethylglykoldiacrylat [17831-71-9] (Sh)****Tetraethylglykoldimethacrylat [109-17-1] (Sh)****Tetraglycidyl-4,4'-methyldianilin [28768-32-3] (Sh)****Tetrahydrofurfurylmethacrylat [2455-24-5] (Sh)****Thioglykolate (Sh)****Thioglykolsäure [68-11-1] (Sh)****Thioharnstoff [62-56-6] (Sh SP)****Thiomersal [54-64-8] (Sh)****Thiram [137-26-8] (Sh)**

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodimethylamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

**Tierhaare, -epithelien und andere Stoffe tierischer Herkunft (Sah)****p-Toluidin [106-49-0] (Sh)****2,4-Toluyldiamin [95-80-7] (Sh)****2,5-Toluyldiamin [95-70-5] (Sh)****Toluyldiisocyanate (Sah)****★ 1,2,3-Trichlorbenzol [87-61-6] (Sh)****Triethylglykoldiacrylat [1680-21-3] (Sh)****Triethylglykoldimethacrylat [109-16-0] (Sh)****Triethylentetramin [112-24-3] (Sh)****Triglycidyl-p-aminophenol [5026-74-4] (Sh)****Triglycidylisocyanurat (Isomerengemisch) [2451-62-9] α-Isomer [59653-73-5]****β-Isomer [59653-74-6] (Sah)****Triisobutylphosphat [126-71-6] (Sh)****Trimellitsäureanhydrid [552-30-7] (Rauch) (Sa)****Trimethylchinon [935-92-2] (Sh)****Trimethylhydrochinon [700-13-0] (Sh)**

Trimethylolpropantriacylat [15625-89-5] (Sh)  
 2,4,6-Trinitrophenol [88-89-1] (Sh)  
 2,4,6-Trinitrotoluol [118-96-7] (Sh)  
 Triphenylphosphin [603-35-0] (Sh)  
 Tripropylenglykoldiacrylat [42978-66-5] (Sh)  
 N,N',N''-Tris( $\beta$ -hydroxyethyl)hexahydro-1,3,5-triazin [4719-04-4] (Sh)  
Formaldehydabspalter  
 Trypsin und Chymotrypsin [9002-07-7; 9004-07-3] (Sa)  
 Vinylcarbazol [1484-13-5] (Sh)  
 Xylanasen [37278-89-0] (Sa)  
 m-Xylylendiamin [1477-55-0] (Sh)  
 Zimtaldehyd [104-55-2] (Sh)  
 Zimtalkohol [104-54-1] (Sh)  
 Ziram [137-30-4] (Sh)

### e) Bewertung von Stoffen aus speziellen Stoffgruppen

Die Bewertung der sensibilisierenden Wirkung zahlreicher Stoffe ist nach den oben aufgeführten Kriterien nicht zweifelsfrei möglich. Häufig handelt es sich hierbei um Vertreter aus speziellen, eine Vielzahl von Substanzen umfassenden Stoffgruppen. Valide Human-daten liegen in der Regel nur für einzelne Vertreter dieser Stoffgruppen vor, mit denen als ‚Leitsubstanzen‘ für die jeweilige Stoffgruppe getestet wird und die zumeist auch als kommerziell vertriebene Testsubstanzen verfügbar sind. Mit anderen, weniger häufig eingesetzten Substanzen oder solchen Substanzen, für die kaum verlässliche Angaben zum Ausmaß ihrer Verwendung vorliegen, wird hingegen nur relativ selten und zuweilen wegen der Gefahr einer Sensibilisierung durch den Epikutantest nur in speziellen Fällen getestet. Erschwert wird die Beurteilung der Erfahrungen beim Menschen zusätzlich dadurch, dass diese Substanzen auch im Gemisch mit anderen Vertretern der jeweiligen Stoffgruppe eingesetzt werden und somit sowohl Kopplungssensibilisierungen als auch Kreuzreaktionen beteiligt sein können. Häufig werden auch Gemische mit Vertretern anderer allergener Stoffgruppen eingesetzt, wodurch eine Ermittlung der Kausalität der beobachteten Erkrankung ebenfalls nicht ohne weiteres möglich ist. Zudem sind nicht immer alle Inhaltsstoffe des ursächlichen Gemisches zu ermitteln, so dass ein allergologisch relevanter Inhaltsstoff unberücksichtigt bleiben kann. Nicht in der MAK- und BAT-Werte-Liste aufgeführte Stoffe aus Stoffgruppen, die erfahrungsgemäß zu einer Sensibilisierung führen können, sollten daher auch mit entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen gehandhabt werden.

Ausdrücklich hinzuweisen ist darauf, dass von ausgehärteten Kunststoffen in der Regel keine Sensibilisierungsgefahr ausgeht. Eine allenfalls geringe Sensibilisierungsgefahr kann auf die Freisetzung von Restmonomeren zurückzuführen sein, z. B. bei der mechanischen Bearbeitung.

Zu den Stoffgruppen, aus denen zahlreiche Vertreter eine sensibilisierende Wirkung an der Haut bzw. den Atemwegen aufweisen können, zählen beispielsweise:

- Acrylate und Methacrylate
- Dicarbonsäureanhydride
- Diisocyanate
- Glycidylverbindungen (Epoxide)

- Enzym-haltige Stäube
- spezielle Proteine pflanzlichen oder tierischen Ursprungs

Im gängigen Sprachgebrauch wird die allgemeine Bezeichnung „**Isocyanat**“ sowohl für Monoisocyanate als auch für Di- oder Polyisocyanate verwendet. Sowohl hinsichtlich der Anwendungsbereiche als auch hinsichtlich der toxikologischen und allergologischen Eigenschaften müssen diese Verbindungsklassen jedoch streng unterschieden werden: Monoisocyanate wie Methylisocyanat oder Phenylisocyanat werden praktisch ausschließlich bei Synthesen als Vor- oder Zwischenprodukte eingesetzt, z.B. bei der Herstellung von Insektiziden oder Pestiziden. Hingegen dienen Diisocyanate insbesondere zur Herstellung von Polyurethanen, die zu Klebstoffen, Isolierschäumen, Lacken und Schaumstoffen verarbeitet werden. Aufgrund des breiten Einsatzes liegen Befunde beim Menschen zur sensibilisierenden Wirkung an den Atemwegen praktisch nur für Diisocyanate vor. Obwohl auch Monoisocyanate eine ausgeprägte atemwegsreizende Wirkung aufweisen können und auch eine atemwegssensibilisierende Wirkung bei den Monoisocyanaten nicht auszuschließen ist, berechtigen die Erfahrungen mit den Diisocyanaten, die als potente Atemwegsallergene bewertet sind, nicht dazu, auch Monoisocyanate allein im Analogieschluss als atemwegssensibilisierende Stoffe einzustufen, sondern es ist jeweils eine Einzelfallbewertung erforderlich.

Eine große, allerdings strukturell und hinsichtlich der sensibilisierenden Wirkung sehr heterogene Gruppe bilden die **Antibiotika**. Zu ihnen ist ein beruflicher Kontakt bei der Isolierung bzw. Herstellung der Wirkstoffe, bei der Zubereitung und der Verpackung der Medikamente sowie bei der Verwendung im human- und tiermedizinischen Bereich möglich. Eine Sensibilisierung an der Haut kann bei einer späteren parenteralen Anwendung zu einer systemischen allergischen Reaktion – einschließlich Anaphylaxie – oder zu einem hämatogenen Kontaktekzem führen. Über eine Sensibilisierung der Atemwege oder ein allergisches Kontaktekzem durch den beruflichen Kontakt mit Vertretern der  $\beta$ -Lactam-Antibiotika (vor allem Penicilline und Cephalosporine) wurde mehrfach berichtet. Allergische Reaktionen nach medikamentöser (enteraler oder parenteraler) Anwendung äußern sich hingegen zumeist als IgE-vermittelte Soforttyp-Reaktionen. Es können aber auch andere immunologische Reaktionen wie Arzneimittelexanthem und in schweren Fällen auch Erythema exsudativum multiforme, Stevens-Johnson-Syndrom oder Lyell-Syndrom auftreten. Einige Vertreter der Aminoglykosid-Antibiotika fallen ebenfalls durch relativ hohe Sensibilisierungsquoten auf, die vor allem Folge der medikamentösen Anwendung auf (chronisch) erodierter Haut ist. Eine Sensibilisierung der Haut durch den beruflichen Kontakt mit Aminoglykosiden wurde seltener beschrieben. Einzelne, vor allem in der Tierzucht eingesetzte Makrolid-Antibiotika können immunologische Reaktionen an den Atemwegen, aber auch ein (aerogen vermitteltes) Kontaktekzem verursachen. Kontaktallergische Reaktionen oder allergische Atemwegsreaktionen auf die meisten anderen Makrolid-Antibiotika sowie auf Polyen- oder Peptid-Antibiotika und auch auf Tetracycline sind hingegen nur in seltenen Einzelfällen bekannt geworden.

Die strukturell und hinsichtlich der allergenen Potenz sowie auch hinsichtlich der klinischen Bedeutung sehr unterschiedlichen **Duftstoff-Komponenten** müssen ebenfalls differenziert betrachtet werden. Dies wird bereits bei den einzelnen Komponenten der standardmäßig getesteten Duftstoff-Mixe erkennbar. Für viele weitere Duftstoff-Komponenten liegen keine ausreichenden klinischen Befunde vor, da sie nicht oder sehr selten im Epikutantest überprüft werden. Die kaum auszuschließende außerberufliche Exposition

gegen die nahezu ubiquitären Duftstoffe erschwert den Nachweis einer beruflich bedingten Sensibilisierung.

## V. Aerosole

### a) Allgemeine Definitionen

**Aerosole** sind mehrphasige Systeme von Gasen, insbesondere Luft und darin dispers verteilten partikelförmigen Feststoffen oder Flüssigkeiten. Am Arbeitsplatz können Stäube, Rauche oder Nebel als Aerosole vorkommen.

**Stäube** sind disperse Verteilungen fester Stoffe in Gasen, insbesondere Luft, zumeist entstanden durch mechanische Prozesse oder durch Aufwirbelung.

Luftgetragene Teilchen können aus kompakten feinen sowie ultrafeinen freien Primärteilchen, aber auch aus deren Aggregaten oder Agglomeraten bestehen. Dabei wird folgende Nomenklatur verwendet:

- **Primärteilchen** sind kompakte einzelne Teilchen, die im Elektronenmikroskop als solche erkennbar sind, auch wenn sie mit anderen zu Aggregaten oder Agglomeraten verknüpft sind.
- **Aggregate**<sup>28)29)</sup> sind Gruppen fest miteinander verbundener Primärteilchen.
- **Agglomerate**<sup>28)29)</sup> sind Gruppen von Teilchen (Primärteilchen oder Aggregate), die durch schwache Kräfte (insbesondere van der Waals-Kräfte) zusammengehalten werden. Sie können durch den Eintrag geringer Energien (z. B. in wässriger Suspension durch Ultraschallbehandlung) wieder in kleinere Einheiten aufgetrennt werden.

**Faserstäube** sind disperse Verteilungen von anorganischen oder organischen Fasern bestimmter Abmessungen in Gasen, insbesondere Luft (vgl. Abschnitt III. Faserstäube). Anorganische Faserstäube entstehen bei der mechanischen Bearbeitung insbesondere von faserig gewachsenen Mineralen und von Produkten aus/mit natürlichen oder künstlichen Fasern. Auch faserförmige Bruchstücke nicht faserig gewachsener Minerale und von nicht faserigen Produkten zählen zu den Faserstäuben. Ebenso können Erosionsprozesse Fasern freisetzen.

**Rauche** sind feinste disperse Verteilungen fester Stoffe in Gasen, insbesondere Luft, entstanden durch thermische (z. B. Schweißrauch, Metalloxidrauch, Ruß, bzw. Flugasche) oder chemische Prozesse (z. B. Reaktion von Ammoniak mit Chlorwasserstoff).

**Nebel** sind disperse Verteilungen partikelförmiger flüssiger Stoffe (Tröpfchen) in Gasen, insbesondere Luft. Sie entstehen durch Zerstäuben von Flüssigkeiten, durch Kondensation aus der Dampfphase oder durch chemische Prozesse (z. B. Ölnebel, Chlorwasserstoff an feuchter Luft).

<sup>28)</sup> Die Begriffe „Aggregate“ und „Agglomerate“ werden international nicht einheitlich verwendet. Vgl. hierzu z. B. die Definitionen der ISO 14887, des NIST, des BSI, der IUPAC usw.

<sup>29)</sup> Bei Messungen der Form und Größe luftgetragener Teilchen im Aerosol kann nicht zwischen kompakten Teilchen und Aggregaten und Agglomeraten gleicher Größe unterschieden werden. Eine Differenzierung zwischen Flüssigkeitströpfchen und festen Teilchen ist ebenfalls nicht möglich. Da bei Luftmessungen auch mit dem Elektronenmikroskop nicht unterschieden werden kann, ob es sich bei den beobachteten zusammengelagerten Gruppen ultrafeiner Primärteilchen um Aggregate oder Agglomerate handelt, werden solche bei Messungen beobachteten Teilchengruppen in der Praxis oft zusammengefasst als „Aggregate und Agglomerate (A+A)“ bezeichnet.

## Ultrafeine Partikel, deren Agglomerate und Aggregate vgl. Abschnitt Vh.

**Ultrafeine Partikel** als Bestandteile von Stäuben und Rauchen sind durch einen Mobilitäts-Äquivalentdurchmesser ( $D_M$ )  $< 100$  nm (entspricht einem Diffusions-Äquivalentdurchmesser ( $D_{ae}$ )  $< 100$  nm) gekennzeichnet (vgl. Vh und Begründung „Aerosole“ 1997).

Die alveolengängige (A-) und die einatembare (E-)Fraktion sind die gesundheitlich relevanten Aerosolfractionen (gemäß DIN/EN 481), die derzeit mit Grenzwerten belegt sind (vgl. Vd).

### b) Wirkungsbestimmende Eigenschaften von Aerosolen

Partikelförmige Arbeitsstoffe können im Bereich der Atmungsorgane zu verschiedenen Erkrankungen führen. Diese gehen im Wesentlichen auf Überladungseffekte, chemisch-irritative, fibroseerzeugende (fibrogene), tumorerzeugende, allergisierende oder sonstige toxische Wirkungen zurück. Die Wirkung hängt u. a. vom Ort der Ablagerung (Deposition) eingeatmeter Partikel und Tröpfchen im Atemtrakt ab. Die Deposition der Partikel und Tröpfchen sowie die Intensität und Geschwindigkeit der einsetzenden Wirkungen werden wesentlich durch die Größe, Masse, spezifische Dichte, Form, Oberfläche, chemische Zusammensetzung, Biobeständigkeit, Löslichkeit und durch die hygroskopischen Eigenschaften der Partikel bestimmt.

Diese Parameter können sowohl unabhängig voneinander als auch in Kombination wirken. Die Wirkung größerer Partikel ist im Wesentlichen proportional zur Masse bzw. zum Volumen.

Bei allen **Aerosolen aus ultrafeinen Teilchen** spielen im Vergleich zu größeren Partikeln die große spezifische Oberfläche, die im Vergleich zur Materialdichte geringere Agglomeratdichte bei ultrafeinen Teilchen, die leichtere Löslichkeit und die Aufnahme in die Zelle eine besondere Rolle. Diese Eigenschaften der ultrafeinen Partikel können für weitere toxikologisch relevante Wirkungsqualitäten von Bedeutung sein. Werden Aggregate oder Agglomerate aus ultrafeinen Partikeln deponiert, hängt die Wirkung auch davon ab, ob diese im Milieu der Lungenflüssigkeiten desaggregieren oder nicht.

Im Milieu der Lungenflüssigkeiten haben partikelförmige Stoffe in der Regel eine andere Bioverfügbarkeit als die in der Fachliteratur angegebenen, zumeist in Wasser, ggfs. auch in anderen Solventien, bestimmten Löslichkeiten anzeigen. Somit ist auch eine aus den Löslichkeitsangaben eines Stoffes ableitbare Schwerlöslichkeit nicht direkt auf das Lungenmilieu übertragbar. Bei der stofflichen Vielfalt der in den Lungenflüssigkeiten deponierten Partikel können im Einzelfall auch Veränderungen der jeweiligen Toxizität durch Maskierungs- und Demaskierungseffekte auftreten, wenn z. B. Partikel mit adsorbierenden Oberflächen präsent sind.

In Lungenflüssigkeiten beobachtet man nicht nur das Auflösen von Partikeln (z. B. Metallpartikel) und die Resorption von gelösten Stoffen, sondern auch Veränderungen an der kristallinen Struktur. So werden z. B. bestimmte Glasfasern geliert (d. h. sie verlieren ihre Festigkeit und werden „gummiartig“), oder Chrysotilfasern in ihre Einzelfibrillen aufgespleißt, was in diesem Falle zu einer Vermehrung der Anzahl besonders feiner Fasern führt. Solche Aufspaltungsvorgänge sind inzwischen auch von anderen faserförmigen Stoffen bekannt. Noch unzureichend erforscht sind die Eigenschaften ultrafeiner Fasern (z. B. Nanotubes) in biologischen Systemen.

### c) Inhalation, Deposition und Clearance von Aerosolen in den Atmungsorganen

#### Aufnahme

Die Aufnahme von Stäuben und Rauchen in den Körper erfolgt vorwiegend über die Atemwege. Bei Nebeln kann auch die Aufnahme über die Haut Bedeutung erlangen. Deposition und Transport von Feststoffpartikeln und Tröpfchen in den Atemwegen hängen von der Größe, der Form und der spezifischen Dichte der Feststoffpartikel bzw. der Tröpfchen ab.

Die Verteilung des eingeatmeten Aerosols auf die Teilbereiche der Atemwege wird neben den Teilcheneigenschaften stark beeinflusst durch:

1. Individuelle Unterschiede in der Anatomie der Atemwege.
2. Individuelle Atemgewohnheiten, insbesondere durch den unterschiedlichen Übergang von der Nasen- zur Mundatmung bei körperlicher Arbeit sowie unterschiedliche Atemfrequenzen, Atemströme und damit Atemvolumina.
3. Pathophysiologische Veränderungen der Atmungsorgane (z.B. obstruktive Atemwegserkrankungen).

Bestimmende Größe für Partikel mit Durchmesser  $> 0,5 \mu\text{m}$  im Aerosol ist der **aerodynamische Durchmesser** ( $D_{ae}$ ). Als aerodynamischer Durchmesser eines Partikels beliebiger Form und Dichte wird der geometrische Durchmesser einer Kugel mit der Dichte  $1 \text{ g/cm}^3$  bezeichnet, welche die gleiche Sinkgeschwindigkeit in ruhender oder laminar strömender Luft besitzt. Diese Definition gilt auch für faserförmige Teilchen. Der aerodynamische Durchmesser von Fasern wird wesentlich vom Faserdurchmesser, weniger stark durch die Faserlänge bestimmt. Er beträgt für lange Fasern ( $l \gg d$ ) etwa das Dreifache des Durchmessers.

Bei isometrischen Partikeln mit Durchmessern  $< 0,5 \mu\text{m}$  bestimmt der **Diffusions-Äquivalentdurchmesser** ( $D_d$ ) den Ort der Ablagerung in den Atemwegen. Der Diffusions-Äquivalentdurchmesser eines Partikels entspricht dem geometrischen Durchmesser einer Kugel, die im gleichen Dispersionsmittel (am Arbeitsplatz: Luft) dieselbe Diffusionsgeschwindigkeit wie das untersuchte Partikel hat.

Grundsätzlich ist zwischen den Anteilen der Aerosole, die bei der Ein- und Ausatmung in die verschiedenen Bereiche der Atemwege gelangen und den Teilmengen dieser Anteile, die dabei in diesen Bereichen abgelagert (deponiert) werden, zu unterscheiden.

Die Deposition kann sowohl bei der Ein- als auch bei der Ausatmung erfolgen. Ein Teil der eingeatmeten Partikel wird in den Atemwegen nicht deponiert und somit wieder ausgeatmet.

Arbeitsmedizinisch-toxikologisch sind während des Atemvorganges folgende in die Atmungsorgane gelangende und dort deponierte Anteile des Aerosols von besonderer Bedeutung (*Abbildung 1*):

Von den im Atembereich insgesamt vorhandenen Partikeln wird lediglich ein Teil (der als **eingeatmeter Anteil** bezeichnet wird) eingeatmet. Maßgeblich sind dabei die Ansauggeschwindigkeiten im Bereich von Mund und Nase sowie die Umströmungsbedingungen des Kopfes. Während kleinere Partikel ( $D_{ae} < 5 \mu\text{m}$ ) nahezu vollständig eingeatmet werden, nimmt die Inhalierbarkeit zu größeren Partikeln hin ab.

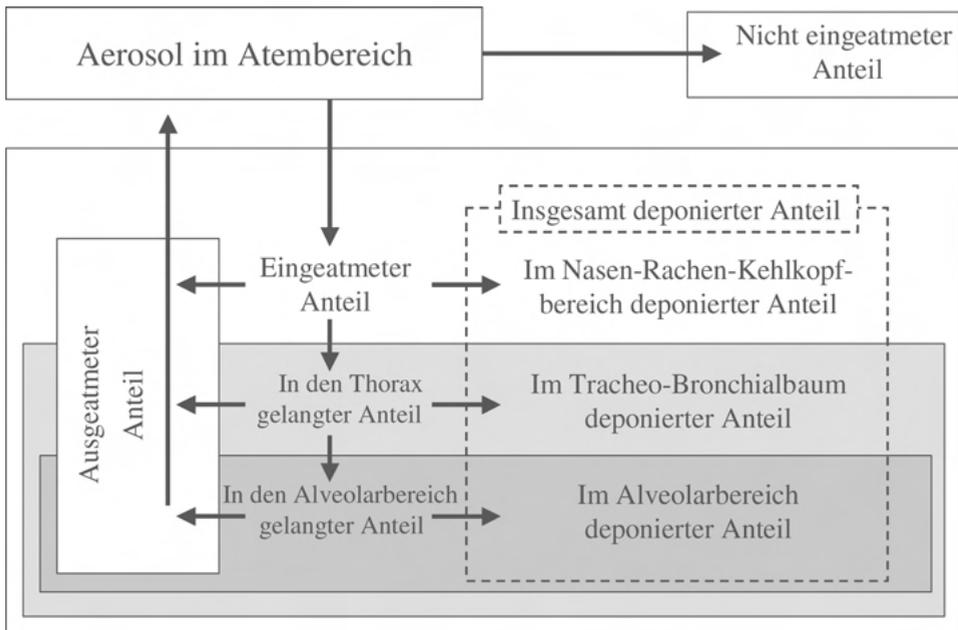


Abb. 1. Beziehungen zwischen den arbeitsmedizinisch-toxikologisch definierten Anteilen des „Aerosols im Atembereich“ und deren Deposition.

Der Übergang des eingeatmeten Anteils des im Atembereich enthaltenen Aerosols in den Thorax und den Alveolarbereich, d.h. die Alveolen, zilienfreien Bronchiolen und Ductus alveolares, ist durch Pfeile symbolisiert. Die nach rechts weisenden Pfeile zeigen den Übergang zu den in den drei Bereichen der Atmungsorgane deponierten Anteilen, die nach links weisenden Pfeile den Zustrom von dort in den ausgeatmeten Anteil.

Aus dem eingeatmeten Anteil werden größere Feststoffpartikel und Tröpfchen ( $D_{ae} > 15 \mu\text{m}$ ) nahezu ausschließlich extrathorakal, d.h. im Bereich der Nase, des Rachens und des Kehlkopfes deponiert.

Aus dem in den Thorax gelangten Anteil werden kleinere Feststoffpartikel und Tröpfchen zum Teil im Tracheo-Bronchialbereich oder im Alveolarbereich deponiert.

Der in den Alveolarbereich gelangte Anteil enthält diejenigen Partikel, die bis in die nicht mit Zilien versehenen Bereiche, d.h. die Alveolen, terminalen (zilienfreien) Bronchiolen und Ductus alveolares, der Atemwege vordringen können, wobei eine Teilmenge dort deponiert wird.

## Deposition und Clearance

### Im Nasen-Rachen-Kehlkopfbereich deponierter (extrathorakaler) Anteil

Hierunter wird der Aerosolanteil verstanden, der nach dem Einatmen im Bereich der Nase, des Mundes, des Rachens und des Kehlkopfes deponiert wird und teilweise durch Verschlucken in den Verdauungstrakt übertreten kann. Der Abtransport des Materials (Clearance) aus diesem Bereich der Atemwege ist spätestens nach wenigen Stunden abgeschlossen.

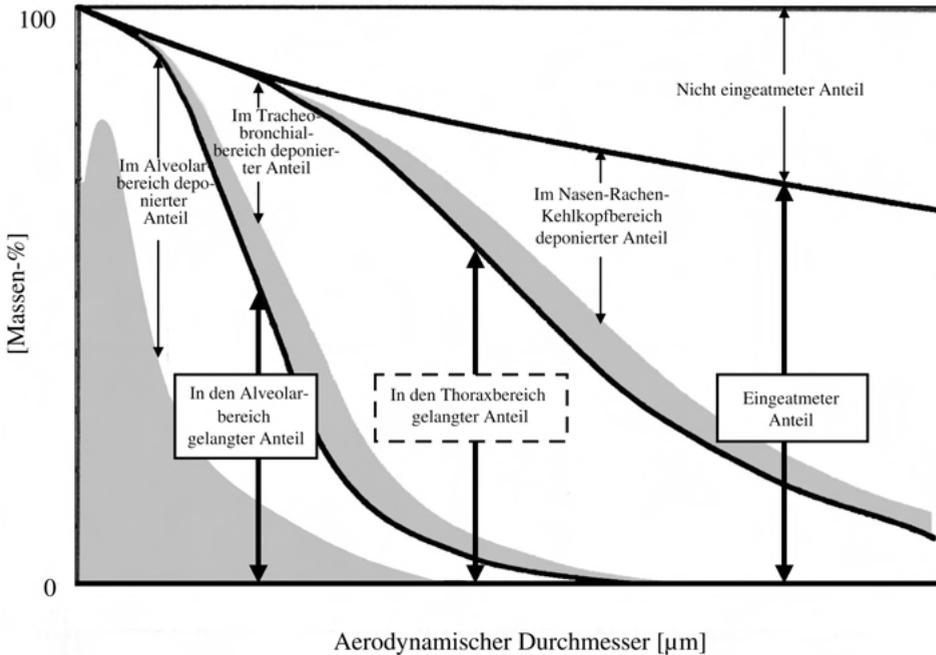


Abb. 2. Schematische Darstellung der arbeitsmedizinisch-toxikologisch relevanten Anteile des Aerosols in den Atmungsorganen.

Neben den in den verschiedenen Bereichen deponierten Anteilen sind die von dort jeweils ausgeatmeten Anteile getönt dargestellt. Die beiden durchgehend eingerahmten Anteile entsprechen den mit MAK-Werten belegten Anteilen. Die Abszisse ist nicht skaliert, weil keine exakte Zuordnung zwischen Partikelabscheidung in den Lungenkompartimenten und der Partikelgröße angegeben werden kann.

### Im Tracheo-Bronchialbereich deponierter Anteil

Hierunter wird der in den Thorax gelangte Aerosolanteil verstanden, der im Bereich des mukoziliaren Reinigungsapparates des Tracheo-Bronchialbaumes deponiert wird.

Isometrische Partikel mit Durchmessern  $> 7 \mu\text{m}$  werden beim Gesunden aus dem Tracheo-Bronchialbereich innerhalb eines Tages vollständig eliminiert. Es gibt Hinweise, dass ein Teil der kleineren Partikel und insbesondere die ultrafeinen Partikel über mehrere Wochen im Tracheo-Bronchialbereich aufzufinden sind. Der Abtransport erfolgt umso langsamer, je kleiner die Partikel sind.

### Im Alveolarbereich deponierter Anteil

Hierunter wird der Aerosolanteil verstanden, der sich im Alveolarbereich sowie im Bereich der zilienfreien Bronchiolen (Bronchioli respiratorii) und Ductus alveolares ablagert. Hier findet keine mukoziliare Reinigung statt. Diese Teilmenge kann über das Zwischengewebe der Lunge (Interstitium) in das Lymphsystem und besonders bei ultrafeinen Partikeln auch in die Blutkapillaren übertreten. Alveolarmakrophagen können Teilchen phagozytieren und mit diesen auch über den Tracheo-Bronchialbaum durch Verschlucken in den Verdauungstrakt gelangen. Der im Alveolarbereich deponierte Anteil wird bei schwer löslichen Partikeln mit Halbwertszeiten von Monaten bis Jahren wieder aus der Lunge eliminiert.

### **Insgesamt deponierter Anteil**

Es handelt sich hierbei um denjenigen Anteil des Aerosols, der eingeatmet, aber nicht wieder ausgeatmet wird. Dieser Anteil umfasst die in Nase, Rachen und Kehlkopfbereich, im Tracheo-Bronchialbaum und den zilienfreien tieferen Atemwegen deponierten Partikel und Tröpfchen und damit alle Größenordnungen der einatembaren Staubfraktion.

Zu beachten ist, dass sich abgeschiedene Tröpfchen und lösliche Partikel auf der Oberfläche der Atmungsorgane ausbreiten und ihre Gestalt verlieren. Lösliche Anteile können resorbiert werden, d.h., dass die Bestandteile der Partikel nach deren Auflösung entsprechend ihrer Ausbreitung nicht mehr nur lokal in Zellen wirksam werden. Sie können in den Blutkreislauf bzw. das Lymphsystem gelangen und systemisch wirken.

Nicht-lösliche Anteile können von Makrophagen phagozytiert oder, mit Einschränkungen, von Lungenepithelzellen aufgenommen und aus dem Alveolarbereich in das Interstitium übertragen werden. Besonders die ultrafeinen Partikel können auf diesem Wege die Blutbahn erreichen.

Die nicht gelösten und nicht resorbierten Anteile können mit Hilfe des mukoziliären Reinigungsmechanismus (mukoziliäre Clearance) aus dem Tracheo-Bronchialbaum in Richtung des Kehlkopfes transportiert werden. Auch die im Nasen-Rachen-Kehlkopfbereich abgeschiedenen Partikel können in Richtung Kehlkopf transportiert werden. Von dort gelangen sie entweder durch Verschlucken in den Verdauungstrakt und können gegebenenfalls dort wirksam werden oder werden durch Abhusten/Ausspucken bzw. Schnäuzen aus dem Atembereich bzw. Körper entfernt.

### **d) Konventionen zur wirkungsbezogenen Messung von Partikeln: Festlegungen von Fraktionen für die Messtechnik**

Bei der Messung der Partikelkonzentration sollen nach Abschnitt c) jeweils die für die pathogene Wirkung in den Atmungsorganen relevanten Partikel erfasst werden. Hierzu müsste in Probenahme- und Messgeräten eine Abscheidung der luftgetragenen Partikel in Abhängigkeit vom aerodynamischen Durchmesser erreicht werden, die der bei der Atmung auftretenden Deposition in den Atemwegen entspricht.

Zur Erfassung verschiedener Partikelfraktionen mittels Mess- und Probenahmegeräten in der Luft an Arbeitsplätzen wurden weltweit jedoch nur drei Abscheidefunktionen festgelegt (s. DIN/EN 481, 1993)<sup>30)</sup>. Sie beruhen unter festgelegten Rahmenbedingungen auf den gemittelten experimentellen Daten für die in die verschiedenen Bereiche der Atmungsorgane gelangten Anteile des Aerosols.

Demnach werden messtechnisch die drei deponierbaren Anteile jeweils einschließlich des wieder ausgeatmeten Anteils als Fraktion erfasst. Es werden somit als Fraktionen diejenigen Aerosolanteile erfasst, die in die arbeitsmedizinisch-toxikologisch relevanten Bereiche der Atmungsorgane hinein gelangen (s. Abbildungen 1 und 2).

1. **Einatembare Fraktion (E):** Die Abscheidefunktion entspricht der mittleren Inhalationswahrscheinlichkeit für Partikel und Tröpfchen insgesamt in Abhängigkeit vom aerodynamischen Durchmesser (eingeatmeter Anteil).
2. **Thoraxgängige Fraktion:** Als Teilmenge der einatembaren Fraktion entspricht die **Funktion** der mittleren Wahrscheinlichkeit für Partikel und Tröpfchen in Abhängigkeit

<sup>30)</sup> Europäisches Komitee für Normung (CEN): EN 481 – Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel. Brüssel 1993. Beuth Verlag, Berlin, 1993

vom aerodynamischen Durchmesser, in den Tracheo-Bronchialbaum und den Alveolarbereich einzudringen (in den Thorax gelangter Anteil).

3. **Alveolengängige Fraktion (A):** Als eine Teilmenge der thoraxgängigen Fraktion entspricht die Funktion in Abhängigkeit vom aerodynamischen Durchmesser der mittleren Wahrscheinlichkeit für Partikel und Tröpfchen, in den Alveolarbereich zu gelangen (in den Alveolarbereich gelangter Anteil).
4. **Extrathorakale Fraktion:** Diese Fraktion ergibt sich aus der Differenz zwischen der einatembaren und der thoraxgängigen Fraktion (vgl. Abb. 2).
5. **Tracheo-Bronchiale Fraktion:** Diese Fraktion ergibt sich aus der Differenz zwischen der thoraxgängigen und der alveolengängigen Fraktion (vgl. Abb. 2).

Diese messtechnische Verfahrensweise ist für hygroskopische Partikel darin begründet, dass sich deren aerodynamischer Durchmesser beim Transport in die Bereiche der Atmungsorgane infolge Feuchtigkeitsaufnahme erhöht und sich dadurch Ort und Menge der Deposition nicht vorhersagbar verändern können.

Die Definitionen „einatembare Fraktion“ (E)<sup>31)</sup> bzw. „alveolengängige Fraktion“ (A)<sup>32)</sup> entsprechen den bis 1996 für die MAK-Werte-Findung zugrunde gelegten Definitionen für „Gesamtstaub“ (G) bzw. „Feinstaub“ (F)<sup>33)</sup>. Seit 1996 werden die international vereinbarten Definitionen (E- und A-Staub) verwendet.

### e) Fibrogene Aerosole

Als fibrogene Stäube werden Aerosole einschließlich Tröpfchen, die schwer lösliche Partikel enthalten, bezeichnet, die mit Bindegewebsbildung einhergehende Staublungen-erkrankungen (z. B. Silikose) verursachen können. Voraussetzung für die Entstehung derartiger Erkrankungen ist die Deposition des Aerosols im Alveolarraum. Zur wirkungsbezogenen Beurteilung von fibrogenen Aerosolen ist deshalb die Konzentration der alveolengängigen Fraktion „A“ (bisher „Feinstaub“, F) heranzuziehen.

### f) Allgemeiner Staubgrenzwert

Als „Allgemeiner Staubgrenzwert“ wird eine Konzentration der alveolengängigen Fraktion (A) für granuläre biobeständige Stäube (GBS)<sup>34)</sup> von  $0,3 \text{ mg/m}^3$ <sup>35)</sup> und eine Konzentration der einatembaren Fraktion (E) von  $4 \text{ mg/m}^3$  festgesetzt.

Überschreitungen entsprechend Kapitel V, Abschnitt g) sind für die E-Fraktion zulässig. Die Höhe der zulässigen Überschreitungen sollte das Zweifache des Allgemeinen

<sup>31)</sup> Englisch: „I“ für „inhalable“

<sup>32)</sup> Englisch: „R“ für „respirable“

<sup>33)</sup> Deutsche Forschungsgemeinschaft (1995): MAK- und BAT-Werte-Liste 1995, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 31, Seite 137–138, WILEY-VCH Weinheim  
Health and Safety Executive, Health and Safety Laboratory, Project Report: Pilot study of CEN Protocols for the Performance Testing of Workplace Aerosol Sampling Instruments by L.C. Kenny. Sheffield, September 1995

BGIA-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“. Expositionsermittlung bei chemischen und biologischen Einwirkungen. Herausgeber: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BGIA), Erich Schmidt Verlag

<sup>34)</sup> ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

<sup>35)</sup> für Stäube mit einer Dichte von  $1 \text{ g/cm}^3$

Staubgrenzwertes nicht übertreffen (s. „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“, 25. Lieferung 1997).

Der Allgemeine Staubgrenzwert soll unspezifische Wirkungen (z. B. Überladungseffekte) auf die Atemorgane verhindern. Er ist anzuwenden für schwer lösliche oder unlösliche Stäube, die nicht anderweitig reguliert sind oder für Mischstäube. Das gilt auch, wenn für einzelne Komponenten eines Staubes spezifische MAK-Werte existieren und eingehalten werden. Der Geltungsbereich erstreckt sich nicht auf lösliche Partikel, insbesondere nicht auf Salze aus Steinsalz- und Kalilagerstätten und auch nicht auf ultrafeine (vgl. Abschn. Vh) oder grobdisperse Partikel.

**Bei Einhaltung des Allgemeinen Staubgrenzwertes ist mit einer Gesundheitsgefährdung nur dann nicht zu rechnen, wenn sichergestellt ist, dass keine zusätzlichen stoffspezifischen toxischen Wirkungen des Staubes zu erwarten sind.**

### g) Überschreitung von MAK-Werten

Die mit einem Verweis auf das Kapitel V, Abschnitt g („Vg“) gekennzeichneten MAK-Werte für Aerosole sind aus gemittelten Langzeitexpositionswerten abgeleitet (englisch: no observed adverse effect level, NOAEL).

Die Beeinträchtigung des Atmungsorgans durch diese Stäube beruht auf Langzeiteffekten, die maßgeblich von der über einen längeren Zeitraum einwirkenden Aerosolkonzentration bestimmt sind. Die jeweiligen MAK-Werte entsprechen den gemittelten Langzeitexpositionswerten (NOAEL), beziehen sich aber auf eine Schicht. Da sich die gemittelten Langzeitexpositionswerte aus unterschiedlich hohen Schichtmittelwerten zusammensetzen, kann es toleriert werden, dass einzelne Schichtwerte den MAK-Wert überschreiten. Die zulässige Häufigkeit und Höhe der Überschreitungen wird unter Berücksichtigung arbeitsmedizinisch-toxikologischer Erkenntnisse festgesetzt (vgl. „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“, 23. Lieferung 1996). Eine zusätzliche Anwendung der Kurzzeitwertkategorien entfällt.

Für alle übrigen Aerosole sind die Kurzzeitwertkategorien zu berücksichtigen (s. Abschnitt Begrenzung von Expositionsspitzen).

### h) Ultrafeine Partikel, deren Agglomerate und Aggregate

Ultrafeine Primärteilchen werden gemäß ihres Mobilitäts-Äquivalentdurchmessers ( $D_M$ )  $<100$  nm (entsprechend Diffusions-Äquivalentdurchmesser ( $D_{ae}$ )  $<100$  nm) gemessen. Sie können in der Luft am Arbeitsplatz einzeln auftreten oder häufiger als Grundeinheiten von Aggregaten und Agglomeraten. In diesen können sie z. B. elektronenmikroskopisch dargestellt werden.

Für die Charakterisierung des Gefährdungspotenzials **ultrafeiner Primärteilchen**, unter Einbeziehung ihrer Aggregate und Agglomerate, sind folgende Aspekte von Bedeutung:

- Die Teilchen entstehen im Wesentlichen bei Verbrennungsprozessen und Gasphasenreaktionen.
- Die Depositionsmechanismen im Atemtrakt hängen von der Brown'schen Molekularbewegung ab.
- Die Wirkung der Partikel im Atemtrakt steigt weniger masseproportional als mit der Partikeloberfläche oder der Anzahlkonzentration an.

- Die Wahrscheinlichkeit der Aggregat- bzw. Agglomeratbildung hängt unter anderem auch von der Primärteilchenkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz ab.

*Ergänzende Hinweise:*

Bei **Stäuben und Rauchen** wird abhängig von der Festlegung des jeweiligen Grenzwertes die einatembare Fraktion „E“ bzw. die alveolengängige Fraktion „A“ gemessen. Bei **Nebeln** ist die einatembare Fraktion „E“ zu messen.

Messgeräte, die nach der früher in Deutschland üblichen Johannesburger Konvention Feinstaub erfassen, erfüllen gemäß DIN/EN 481 die Anforderungen zur Erfassung von A-Staub.

Werden Messgeräte verwendet, die nach anderen als den genannten Abscheidefunktion die zu messende(n) Fraktion(en) erfassen, ist das Ergebnis unter Verwendung eines von der Partikelgrößenverteilung abhängigen Umrechnungsfaktors zu korrigieren. Hierbei ist die Validität dieser Vorgehensweise zu belegen.

Ausdrücklich muss darauf hingewiesen werden, dass nicht automatisch von einer Äquivalenz der früher üblichen Gesamtstaubfraktion und mithin der heute üblichen E-Staub-Fraktion zum sogenannten „total dust“, einem Begriff, der nach wie vor in der internationalen Literatur weit verbreitet ist, ausgegangen werden kann. Der Ausdruck „total dust“ ist derzeit nicht als einheitliche Größe zu verstehen. Messgeräte, die diese Größe erfassen, bedürfen zwingend einer Validierung.

Die bei Umweltschutz-Außenluftmessungen erfassten Fraktionen  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  sind nach ISO 7708 definiert. Dabei entspricht  $PM_{10}$  der „Thoraxgängigen Fraktion“ (Trennkurve mit 50 %igem Abscheidegrad bei 10  $\mu m$ ), während  $PM_{2,5}$  durch eine Trennkurve mit 50 % Abscheidegrad bei 2,5  $\mu m$  beschrieben wird. Die A-Fraktion entspräche demnach  $PM_4$ .

Für die Messung **faserförmiger Stäube** werden keine Fraktionen nach aerodynamischen Kriterien festgelegt. Stattdessen sind Faserlängen und Faserdurchmesser mikroskopisch zu beurteilen (vgl. Abschnitt III. Krebs erzeugende Arbeitsstoffe, Faserstäube).

## VI. Begrenzung von Expositionsspitzen

MAK-Werte werden als 8-Stunden-Mittelwerte konzipiert und angewendet. Die aktuellen Konzentrationen der Arbeitsstoffe in der Luft am Arbeitsplatz weisen jedoch häufig erhebliche Schwankungen auf. Die Abweichung vom Mittelwert nach oben bedarf der Begrenzung, um lokale Reizungen, unangemessene Belästigungen und adverse systemische Effekte zu verhindern.

Die gesundheitlichen Folgen kurzzeitiger Überschreitungen des MAK-Werts hängen entscheidend vom Wirkungscharakter der Stoffe ab. Seit 2000 werden Stoffe individuell betrachtet und stoffspezifische Überschreitungsfaktoren (Verhältnis von kurzzeitig erlaubter Konzentrationsspitze zum MAK-Wert) festgelegt. Bei Stoffen der Kategorie I darf der MAK-Wert in der Regel nicht überschritten werden (Überschreitungsfaktor 1 = „Basiswert“), falls die Datenlage keinen anderen Überschreitungsfaktor erlaubt. Für einzelne Stoffe sind auch Überschreitungsfaktoren > 1 abgeleitet worden. Für die Stoffe der Kategorie II beträgt der Basiswert 2. In begründeten Fällen sind auch bei dieser Stoffgruppe Abweichungen vom Basiswert festgelegt worden. Aus messtechnischen Gründen werden die Kurzzeitwerte für die Stoffe dieser beiden Kategorien nun für einen Zeitraum von 15 Minuten festgelegt. Für längere Messzeiten siehe „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“. Die Häufigkeit der Grenzwertüberschreitungen pro Schicht, der Abstand zwischen den einzelnen Expositionsspitzen sowie die Gesamtdauer der erlaubten Grenzwertüberschreitungen sind als Konvention anzusehen.

Für alle Stoffe ist jedoch der 8-Stunden-Mittelwert einzuhalten<sup>36)</sup>.

Dieses Konzept berücksichtigt sowohl toxikologische Erfordernisse als auch die analytische Vollziehbarkeit.

Unter diesen Prämissen werden für die Begrenzung von Überschreitungen der Arbeitsplatzkonzentrationen die zwei folgenden Kategorien festgelegt; s. auch „Spitzenbegrenzung“ in „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“<sup>37)</sup>:

Überschreitungsfaktoren sowie Dauer, Häufigkeit und Abstand der Überschreitungen

Kategorie	Überschreitungsfaktor (pro Schicht ***)	Dauer	Häufigkeit	Abstand
I Stoffe, bei denen die lokale Reizwirkung grenzwertbestimmend ist, oder atemwegs-sensibilisierende Stoffe	1*)	15 min, Mittelwert**)	4	1 h
II resorptiv wirksame Stoffe	2*)	15 min, Mittelwert	4	1 h

\*) Basiswert, ansonsten stoffspezifisch bis maximal 8.

\*\*\*) In begründeten Fällen kann auch ein Momentanwert (Konzentration, die zu keiner Zeit überschritten werden soll) festgelegt werden.

\*\*\*\*) nur für Überschreitungsfaktoren > 1

In der MAK- und BAT-Werte-Liste (Teil II a) werden unter der Abkürzung „Spzbg“ die jeweiligen Kategorien und in Klammern die jeweiligen Überschreitungsfaktoren aufgeführt. Krebserzeugende Arbeitsstoffe ohne MAK-Werte erhalten ein „-“.

<sup>36)</sup> Vgl. aber Abschnitt Vg

<sup>37)</sup> siehe auch „Spitzenbegrenzung“ (2002, <https://doi.org/10.1002/3527600418.mbpeakexpd0034>; 2011, <https://doi.org/10.1002/3527600418.mbpeakexpd0051>)

Eine Handlungsanweisung für die analytische Kontrolle („Analytische Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe – Luftanalysen“<sup>38)</sup>) ist veröffentlicht. Daten zu den einzelnen Stoffen finden sich in den Begründungen der MAK-Werte<sup>38)</sup>.

## VII. Hautresorption

Bei Arbeitsstoffen kann die Resorption durch die Haut entscheidend zur inneren Exposition der Arbeitnehmer beitragen oder sogar der bedeutsamste Aufnahmeweg sein.

Die einzig relevante Barriere gegen eine Arbeitsstoffresorption bildet die Hornschicht (Stratum corneum) der Haut. Die Fähigkeit eines Stoffes zur Penetration durch diese Barriere wird durch dessen physiko-chemische Eigenschaften bestimmt. Die dermale Penetrationsrate wird zusätzlich durch Arbeitsplatzbedingungen und individuelle Faktoren beeinflusst. Perkutan können feste, flüssige und gasförmige Stoffe aufgenommen werden. Die Haut bildet für viele Stoffe ein Depot, aus dem die Resorption auch noch nach der Exposition stattfindet. Die übliche Arbeitskleidung schützt nicht vor einer dermalen Resorption von Arbeitsstoffen. Eine Quantifizierung der dermal aufgenommenen Arbeitsstoffe ist nur durch ein Biologisches Monitoring möglich (siehe Abschnitt XI „Überwachung“).

Eine Markierung mit „H“ erfolgt dann, wenn durch den Beitrag der dermalen Exposition die Einhaltung des MAK-Werts alleine nicht mehr vor den für die Festlegung des Grenzwerts maßgeblichen gesundheitlichen Schäden schützt. Hierzu kann neben systemischen Wirkungen auch eine Atemwegssensibilisierung zählen, wenn nachgewiesen wurde, dass Hautkontakt diese induzieren kann. Eine Markierung mit „H“ unterbleibt, wenn toxische Effekte unter Bedingungen des Arbeitsplatzes nicht zu erwarten sind, unabhängig von der Penetrationsfähigkeit der Substanz. Aus dem Fehlen einer Markierung mit „H“ kann jedoch nicht geschlossen werden, dass das Tragen von Atemschutz genügt, um den Beschäftigten ausreichend vor dem Arbeitsstoff zu schützen, wenn der MAK-Wert nicht eingehalten werden kann. Unter diesen Bedingungen wurde insbesondere für amphiphile Stoffe eine erhebliche Resorption aus der Gasphase nachgewiesen. Stoffe des Abschnitts II b werden analog wie Stoffe mit MAK-Wert bearbeitet und mit „H“ markiert, wenn von einer toxikologisch relevanten Aufnahme auszugehen ist und eines der Markierungskriterien erfüllt ist. Bei krebserzeugenden Arbeitsstoffen der Kategorie 1 und 2 sowie bei Stoffen mit möglicher krebserzeugender Wirkung der Kategorie 3 ohne MAK-Wert erfolgt die Markierung mit „H“ dann, wenn davon auszugehen ist, dass durch die perkutane Resorption ein nennenswerter Beitrag zur inneren Belastung für den Menschen resultiert. Zur adäquaten Beurteilung der erforderlichen arbeitsplatzhygienischen Maßnahmen sind die jeweiligen Begründungen heranzuziehen.

Ein Stoff wird markiert, wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist:

### 1. Kennzeichnung aufgrund von Untersuchungen am Menschen

Feldstudien oder wissenschaftlich fundierte Kasuistiken belegen, dass der perkutanen Resorption beim Umgang mit dem zu beurteilenden Arbeitsstoff eine praktische Relevanz zukommt:

<sup>38)</sup> Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

Die perkutane Resorption ist sicher für einen Teil der inneren Exposition verantwortlich zu machen und diese Exposition kann zu toxischen Effekten beitragen.

## 2. Kennzeichnung aufgrund von Untersuchungen am Tier

Tierexperimentell konnte eine perkutane Resorption nachgewiesen werden und diese Exposition kann zu toxischen Effekten beitragen.

## 3. Kennzeichnung aufgrund von In-vitro-Untersuchungen

Mit anerkannten Methoden wurde eine relevante perkutane Resorption quantifiziert und diese Exposition kann zu toxischen Effekten beitragen. Der „Flux“ durch die Haut wurde bestimmt, und die Permeabilitätskonstante wurde berechnet bzw. ist zu berechnen, oder Angaben zur prozentualen Resorption der applizierten Dosis (% resorbiert pro Zeiteinheit und Fläche) liegen vor.

## 4. Kennzeichnung aufgrund theoretischer Modelle

Aufgrund von Analogieschlüssen oder mathematischen Modellrechnungen ist eine relevante perkutane Resorption anzunehmen und diese Exposition kann zu toxischen Effekten beitragen.

Die Kriterien 1–4 sind hierarchisch geordnet, wobei Daten von Menschen die größte Bedeutung zukommt. Eine ausführliche Darstellung der quantitativen Kriterien findet sich in den „Kriterien für die Vergabe der „H“-Markierung“ in „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“<sup>39)</sup>.

Markierte Stoffe sind in der MAK- und BAT-Werte-Liste unter der Abkürzung „Hautres“ durch ein „H“ gekennzeichnet. Das „H“ weist jedoch nicht auf eine Hautreizung hin.

# VIII. MAK-Werte und Schwangerschaft

Die Einhaltung von MAK- und BAT-Werten gewährleistet nicht in jedem Falle den sicheren Schutz des ungeborenen Kindes, da zahlreiche Arbeitsstoffe nicht oder nur teilweise auf fruchtschädigende Wirkungen untersucht worden sind.

## Definition

Der Begriff „fruchtschädigend“ bzw. entwicklungstoxisch wird von der Kommission im weitesten Sinne verstanden, und zwar im Sinne jeder Stoffeinwirkung, die eine gegenüber der physiologischen Norm veränderte Entwicklung des Organismus hervorruft, die prä- oder postnatal zum Tod oder zu einer permanenten morphologischen oder funktionellen Schädigung der Leibesfrucht führt.

## Erfahrungen beim Menschen

Epidemiologische Studien, die Hinweise auf fruchtschädigende Wirkungen von Stoffen beim Menschen geben, sind für die Bewertung von besonderer Bedeutung. Aufgrund von Limitierungen solcher Studien wie methodischen Unzulänglichkeiten, geringer

<sup>39)</sup> Kriterien für die Vergabe der „H“-Markierung (2014), <https://doi.org/10.1002/3527600418.mb0hmrkkrid0056>

statistischer Aussagekraft, Mischexposition, persönlichen Einflussfaktoren und Lebensstil ist eine eindeutige Aussage über stoffspezifische Wirkungen und Effektschwellen meist jedoch nicht möglich.

### **Tierexperimentelle Untersuchungen**

Die Beurteilung der entwicklungstoxischen Eigenschaften von Substanzen erfolgt überwiegend auf Grundlage von tierexperimentellen Studien. Von maßgeblicher Bedeutung sind hierbei Studien, die nach international anerkannten Prüfrichtlinien, wie den OECD- oder vergleichbaren Prüfrichtlinien (z. B. EU, Japan), durchgeführt wurden. Zur Ermittlung der pränatalen Toxizität ist vor allem die OECD-Prüfrichtlinie 414 relevant. Die Prüfung der peri- und postnatalen Toxizität, in eingeschränktem Maß auch der pränatalen Toxizität, erfolgt vor allem in Eingenerationsstudien nach OECD-Prüfrichtlinie 415, in Zweigenerationsstudien nach OECD-Prüfrichtlinie 416 oder in Screening-Tests nach den OECD-Prüfrichtlinien 421 und 422. Liegen Studien vor, die nicht nach diesen Richtlinien durchgeführt wurden, ist deren Aussagekraft im Einzelnen zu bewerten. Die wichtigsten Kriterien hierfür sind eine ausreichend große Tierzahl, die Verwendung verschiedener Dosisgruppen mit der Ableitung eines NOAEL (no observed adverse effect level), ausreichende Untersuchungstiefe (äußere, skelettale und viszerale Untersuchungen der Feten bei den Entwicklungstoxizitätsstudien) und eine ausreichende Dokumentation der Befunde.

Zur Beurteilung der fruchtschädigenden Wirkungen von Stoffen am Arbeitsplatz sind Inhalationsstudien von besonderer Bedeutung. Jedoch können auch Studien mit oraler oder dermalen Verabreichung berücksichtigt werden, wenn die vorhandenen Daten nicht gegen eine Übertragung auf die inhalative Situation sprechen (z. B. bei einem ausgeprägten „first pass“ Effekt). Studien, die mit Applikationswegen durchgeführt wurden, die für den Menschen nicht relevant sind (z. B. i. p.) werden in der Regel für die Bewertung nicht herangezogen.

Bei Studien mit oraler Verabreichung werden meist höhere Dosierungen erreicht als mit inhalativer oder dermalen Verabreichung. Damit werden auch Effekte erfasst, die nur im hohen Dosisbereich auftreten. In den genannten Prüfrichtlinien gelten daher 1000 mg/kg KG als maximal zu testende Dosierung („Limit Dose“). Solche Hochdosiseffekte sind für die Beurteilung von fruchtschädigenden Wirkungen bei Konzentrationen im Bereich des MAK-Wertes meist ohne Relevanz. Von geringer Relevanz für die Situation am Arbeitsplatz sind Fruchtschädigungen, die in Gegenwart ausgeprägter maternaler Toxizität zu beobachten sind, da diese durch Einhaltung des MAK-Wertes verhindert werden. Von besonderer Relevanz sind Befunde in Dosierungen bzw. Konzentrationen, bei denen keine oder nur geringfügige maternale Toxizität zu beobachten ist.

Als bevorzugte Versuchstierspezies werden in der oben genannten Prüfrichtlinie zur pränatalen Entwicklungstoxizität (OECD 414) üblicherweise weibliche Ratten und Kaninchen empfohlen. Dagegen werden die Generationsstudien (z. B. OECD 415 und 416) einschließlich der Screening-Tests (z. B. OECD 421 und 422) normalerweise nur mit Ratten beiderlei Geschlechts durchgeführt.

Um Unsicherheiten in der Bewertung der Tierversuche zu berücksichtigen, ist ein ausreichender Abstand zwischen dem NOAEL für entwicklungstoxische Effekte im Tierexperiment und der resultierenden Belastung bei Einhaltung des MAK- bzw. BAT-Wertes erforderlich. Die erforderliche Größe des Abstandes hängt von einer Anzahl sehr unterschiedlicher Faktoren ab:

- Vergleichenden toxikokinetischen Daten bei Mensch und Tier.
- Kenntnis des toxikokinetischen Profils eines Stoffes bei Muttertier und Embryonen bzw. Feten, um Unterschiede in der Belastung zwischen maternalen und fetalen Organen/Geweben zu beurteilen.
- Liegen solche Daten nicht vor, spielt die Beurteilung spezifischer Stoffeigenschaften wie Molekülgröße, Lipidlöslichkeit und Proteinbindung eine wesentliche Rolle, weil diese für den transplazentaren Übergang des Stoffes vom Muttertier maßgeblich sind und die innere Belastung der Embryonen bzw. Feten bestimmen.
- Art und Schweregrad der beobachteten Befunde sind wichtige Faktoren. So sind gravierende Effekte, wie das vermehrte Vorkommen spezifischer Missbildungen in Dosierungen ohne gleichzeitige maternale Toxizität stärker zu berücksichtigen als eher unspezifische bzw. weniger schwerwiegende fetotoxische Effekte, wie geringfügig verringertes fetales Körpergewicht oder verzögerte Skelettreifung.

Die Festlegung des erforderlichen Abstandes ist somit ein stoffspezifischer Prozess, der zu unterschiedlich begründeten Ergebnissen führt.

### Schwangerschaftsgruppen

Auf Basis der genannten Voraussetzungen überprüft die Kommission alle gesundheits-schädlichen Arbeitsstoffe mit MAK- oder BAT-Wert daraufhin, ob eine fruchtschädigende Wirkung bei Einhaltung des MAK- oder BAT-Wertes nicht anzunehmen ist (Gruppe C), ob eine solche nach den vorliegenden Informationen nicht auszuschließen ist (Gruppe B) oder sicher nachgewiesen ist (Gruppe A). Für eine Anzahl an Arbeitsstoffen ist es jedoch vorerst nicht möglich, eine Aussage zur fruchtschädigenden Wirkung zu machen (Gruppe D). Dies ist in der jeweiligen Begründung ausführlich dargestellt.

Folgende Schwangerschaftsgruppen werden daher definiert:

**Gruppe A:** Eine fruchtschädigende Wirkung ist beim Menschen sicher nachgewiesen und auch bei Einhaltung des MAK- und BAT-Wertes zu erwarten.

**Gruppe B:** Eine fruchtschädigende Wirkung ist nach den vorliegenden Informationen bei Exposition in Höhe des MAK- und BAT-Wertes nicht auszuschließen. In der jeweiligen Begründung ist, sofern die Bewertung der Datenlage durch die Kommission es ermöglicht, ein Hinweis gegeben, welche Konzentration der Zuordnung zur Schwangerschaftsgruppe C entsprechen würde. Die Stoffe mit einem Hinweis werden in der MAK- und BAT-Werte-Liste mit der Fußnote „Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C siehe Begründung“ versehen.

**Gruppe C:** Eine fruchtschädigende Wirkung ist bei Einhaltung des MAK- und BAT-Wertes nicht anzunehmen.

**Gruppe D:** Für die Beurteilung der fruchtschädigenden Wirkung liegen entweder keine Daten vor oder die vorliegenden Daten reichen für eine Einstufung in eine der Gruppen A, B oder C nicht aus.

Arbeitsstoffe ohne MAK- oder BAT-Wert (krebserzeugende Stoffe oder Stoffe des Abschnittes II b) erhalten ein „–“.

## IX. Keimzellmutagene

Keimzellmutagene erzeugen in Keimzellen Genmutationen sowie strukturelle oder numerische Chromosomenveränderungen, die vererbt werden. Die Auswirkungen der

Keimzellmutationen in Folgegenerationen reichen von genetisch bedingten Variationen ohne Krankheitswert über Fertilitätsstörungen, embryonalen und perinatalen Tod, mehr oder weniger schwere Missbildungen bis zu Erbkrankheiten unterschiedlichsten Schweregrades. Der Begriff Keimzellmutagenität ist hier gegenüber der Mutagenität in somatischen Zellen abgegrenzt, die als Initiation zu der Krebsentstehung beitragen kann, und bezieht sich ausdrücklich auf männliche und weibliche Keimzellen.

Epidemiologische Studien haben bisher keinen Beweis dafür erbracht, dass eine Exposition gegen Chemikalien oder Strahlen zu Erbkrankheiten beim Menschen geführt hat. Zwar wurden in den Keimzellen strahlenexponierter Männer strukturelle Chromosomenveränderungen nachgewiesen, aber selbst aus dieser Beobachtung kann nur der Verdacht abgeleitet werden, dass die betreffende Exposition zu genetischen Schäden der Nachkommen führt. Der Nachweis eines expositionsbedingt erhöhten Auftretens von Erbkrankheiten ist mit großen methodischen Schwierigkeiten verbunden. In der menschlichen Bevölkerung existieren zahlreiche Erbkrankheiten unbekannter Ursache, die in verschiedenen Populationen mit unterschiedlichen Häufigkeiten auftreten. Auf Grund der weitgehenden Zufälligkeit der Verteilung von Mutationsereignissen im Genom ist nicht zu erwarten, dass ein Stoff eine bestimmte charakteristische Erbkrankheit auslöst. Es ist somit auch in absehbarer Zeit nicht damit zu rechnen, dass Beweise für einen ursächlichen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber einem Stoff und dem Auftreten von Erbkrankheiten zu erbringen sein werden.

In dieser Situation müssen die Ergebnisse aus Tierversuchen bei der Identifizierung potentieller Keimzellmutagene Berücksichtigung finden. Die mutagene Wirkung von Arbeitsstoffen in Keimzellen kann anhand des Auftretens einer erhöhten Mutantenhäufigkeit unter den Nachkommen exponierter Versuchstiere gezeigt werden. Außerdem liefert der Nachweis genotoxischer Effekte in den Keimzellen oder in Somazellen Hinweise auf eine Gefährdung nachfolgender Generationen durch Arbeitsstoffe.

Die Keimzellmutagene werden in weitgehender Analogie zu den Kategorien für krebserzeugende Arbeitsstoffe in folgende Kategorien eingeteilt:

1. Keimzellmutagene, deren Wirkung anhand einer erhöhten Mutationsrate unter den Nachkommen exponierter Personen nachgewiesen wurde.
2. Keimzellmutagene, deren Wirkung anhand einer erhöhten Mutationsrate unter den Nachkommen exponierter Säugetiere nachgewiesen wurde.
- 3 A. Stoffe, für die eine Schädigung des genetischen Materials der Keimzellen beim Menschen oder im Tierversuch nachgewiesen wurde oder für die gezeigt wurde, dass sie mutagene Effekte in somatischen Zellen von Säugetieren *in vivo* hervorrufen und dass sie in aktiver Form die Keimzellen erreichen.
- 3 B. Stoffe, für die aufgrund ihrer genotoxischen Wirkungen in somatischen Zellen von Säugetieren *in vivo* ein Verdacht auf eine mutagene Wirkung in Keimzellen abgeleitet werden kann. In Ausnahmefällen Stoffe, für die keine *In-vivo*-Daten vorliegen, die aber *in vitro* eindeutig mutagen sind und die eine strukturelle Ähnlichkeit zu *In-vivo*-Mutagenen haben.
4. Entfällt (§)
5. Keimzellmutagene oder Verdachtsstoffe (gemäß der Definition in Kategorien 3 A und 3 B), deren Wirkungsstärke als so gering erachtet wird, dass unter Einhaltung des MAK- und BAT-Wertes ein sehr geringer Beitrag zum genetischen Risiko für den Menschen zu erwarten ist.

(‡) Die Kategorie 4 für krebserzeugende Arbeitsstoffe berücksichtigt nicht-genotoxische Wirkungsmechanismen. Da einer Keimzellmutation per definitionem eine genotoxische Wirkung zugrunde liegt, entfällt eine solche Kategorie 4 für Keimzellmutagene. Falls neue Forschungsergebnisse es sinnvoll erscheinen lassen, könnte zu einem späteren Zeitpunkt eine Kategorie 4 für genotoxische Stoffe gebildet werden, deren primäres Target nicht die DNA ist (z. B. reine Aneugene).

## X. Besondere Arbeitsstoffe

### a) Organische Peroxide

Bei den organischen Peroxiden ist die entzündliche und ätzende Wirkung auf die Haut und die Schleimhäute sehr unterschiedlich stark ausgeprägt: Manche führen noch in starker Verdünnung und kleinsten Mengen zu tiefgreifenden Hautnekrosen oder Cornealnekrosen mit Verlust des Auges. Die Einatmung der Dämpfe ruft unterschiedlich starke Reizerscheinungen an den Atemwegen hervor. Die Gefahr einer resorptiven Wirkung ist in der Praxis gering. Sensibilisierungen vom Soforttyp durch Einatmung sind beobachtet worden. Bei den Hydroperoxiden und bei einzelnen Peroxiden ist außerdem mit einer Kontaktsensibilisierung zu rechnen.

Eine Anzahl organischer Peroxide hat bei In-vitro-Untersuchungen mutagene Wirkungen erkennen lassen. Es wurden weiterhin in einzelnen Tierexperimenten Tumoren erzeugt z. B. durch Acetylperoxid, tert-Butylperoxid, Dilauroylperoxid,  $\alpha,\alpha$ -Dimethylbenzylhydroperoxid.

Prakt. ohne Hautwirkung oder sehr schwache Hautwirkung:	Di-tert-butylperoxid	(50 %)
	Dibenzoylperoxid	(50 %)
Mäßige Hautwirkung:	Dilauroylperoxid	
	tert-Butylhydroperoxid	(50 %)
Sehr starke Hautwirkung:	tert-Butylperacetat	
	$\alpha,\alpha$ -Dimethylbenzylhydroperoxid (Cumolhydroperoxid)	
	2-Butanonperoxid	(40 %)
	(Methylethylketonperoxid)	
	Cyclohexanonperoxidgemische	(50 %)
	Dicyclohexylperoxid	(50 %)
	Diacetylperoxid	(30 %)
Peroxyessigsäure	(40 %)	

### b) Benzine

Die Kommission kann sich nicht entschließen, einen MAK-Wert für „Benzine“ anzugeben, da es sich hierbei um Gemische stark differierender Zusammensetzung wie Vergaserkraftstoffe, Spezialbenzine, Testbenzine und Pyrolysebenzine handelt. Die Toxizität der Benzine hängt hauptsächlich von dem – je nach Herstellungsverfahren – sehr unterschiedlichen Gehalt an Aromaten ab (Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol, Isopropylbenzol).

Die zur Festlegung von MAK-Werten vorgeschlagenen Verfahren, die lediglich auf einer rechnerischen Bewertung der Zusammensetzung von Lösemittelgemischen als

Flüssigkeiten beruhen, sind aus grundsätzlichen Erwägungen abzulehnen, da sie kaum Aufschlüsse über die tatsächlichen Konzentrationen in der Atemluft am Arbeitsplatz geben können. Erst wenn die Ergebnisse von Untersuchungen definierter Benzin-Dampfgemische vorliegen (vgl. Abschn. I), kann sich die Kommission konkret äußern.

Der Gehalt an Zusätzen wie 1,2-Dibromethan, 1,2-Dichlorethan u. a. ist gesondert zu bewerten (s. diese).

### c) Kühlschmierstoffe, Hydraulikflüssigkeiten und andere Schmierstoffe

#### Definition

Schmierstoffe sind Schmiermedien auf Basis von Mineralölen, natürlichen Ölen oder synthetischen Flüssigkeiten. Infolge dessen sollen Schmierstoffe in flüssiger Zubereitung wie Kühlschmierstoffe (KSS nach DIN 51385) und Schmierfette unterschiedlicher Konsistenz (physikalisch kolloidale Suspensionen von Verdickern in Ölen – DIN 51825) betrachtet werden. Einbezogen werden zudem Hydraulikflüssigkeiten (DIN 51524), die der Kraftübertragung in hydrostatischen/hydrodynamischen Systemen dienen und zugleich durch z. B. Kontamination Eintrag in den Kühlschmierstoffkreislauf finden können.

Teilt man die Schmierstoffe nach Sorten bzw. Einsatzbereichen ein, so werden sog. „automotive“ Schmierstoffe (Motoröle, Getriebeöle) von Schmierstoffen für industrielle Anwendungsbereiche unterschieden, wie Kühlschmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten.

Schmierstoffe sind chemisch eine heterogene Gruppe und komplex zusammengesetzt. Eine Vielfalt der enthaltenen Substanzen findet sich sowohl in Kühlschmierstoffen als auch in anderen Schmierstoffen. Daher werden die früher getrennt in der MAK- und BAT-Werte-Liste sowie in den „Toxikologisch-arbeitsmedizinischen Begründungen von MAK-Werten“<sup>40)</sup> aufgeführten Substanzen seit 2013 in einer gemeinsamen Liste geführt. Hydraulikflüssigkeiten teilen eine Vielzahl Komponenten mit beiden anderen Gruppen und werden deshalb hier ebenfalls mit betrachtet.

#### Kühlschmierstoffe

Kühlschmierstoffe werden zum Kühlen von Metallwerkstücken verwendet und erhöhen bei der Zerspanung (hierzu zählen z. B. Drehen, Bohren, Fräsen, Schneiden) Qualität und Geschwindigkeit der Bearbeitung und die Standzeit der Werkzeuge.

Bei der umformenden Be- und Verarbeitung von Werkstücken (hierzu zählen z. B. Walzen, Formen) vermindern sie die Reibung und schützen die Oberflächen. Sie werden in nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe (frühere Synonyme Hon-, Schneid-, Schleif- und Walzöle) und wassermischbare Kühlschmierstoffe unterteilt. Mit Wasser gemischt verwendet heißen sie dann „wassergemischte Kühlschmierstoffe“, in der Praxis auch Bohrmilch oder -emulsion und Schleifwasser.

Bei den heutigen nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen handelt es sich in der Regel um Mehrstoffgemische, deren Zusammensetzung je nach Verwendungszweck erheblich wechseln kann. Sie bestehen überwiegend aus Grundölen (Basisöle). Dies sind entweder Mineralöl (natürliche Kohlenwasserstoffe, paraffinisch oder naphthenisch), natürliche Öle (z. B. Rapsöle) oder chemisch synthetisierte Öle wie synthetische Esteröle (z. B. Trimethylolpropanester) oder Polyglykolether. Wesentliche, technisch gewünschte

---

<sup>40)</sup> siehe „Komponenten von Kühlschmierstoffen, Hydraulikflüssigkeiten und anderen Schmierstoffen“ (2018), <https://doi.org/10.1002/3527600418.mb0215khsd0065>

Eigenschaften wie Lastragevermögen, Einstellung von Viskositätsindex und Stockpunkt (Pour Point) werden jedoch erst durch Zugabe von Additiven erreicht.

Wesentliche Additive dienen zum Verschleiß-, Korrosions- und Alterungsschutz, als Schaumverhinderer, Antinebelzusatz und können auch grenzflächenaktive Substanzen (Tenside) sein. Antioxidantien verhindern z. B. die Zersetzung des Schmierstoffs, Metall-desaktivatoren hemmen die katalytische Aktivität und die Korrosion von Buntmetallen.

In wassermischbaren Kühlschmierstoffen, die typischerweise als wassergemischte Kühlschmierstoffe in Konzentrationen von 1–20% vorliegen, sind zusätzliche Additive wie Emulgatoren, Lösungsvermittler, Geruchsüberdecker und Farbstoffe enthalten. Biozide dienen der Kontrolle von Keimbeseidlung (Konservierung) in wasserhaltigen Systemen. Bei wassergemischten Kühlschmierstoffen können zudem durch Nachstellen einzelner Komponenten im Rahmen der Kontrolle/Wartung/Pflege z. B. Biozide bei erhöhter Keimbeseidlung zugesetzt werden, die nicht immer der ursprünglichen Herstellerrezeptur entsprechen. Somit muss im Verlauf bzw. bei längeren Standzeiten mit einer sich ständig verändernden Zusammensetzung gerechnet werden.

Die toxikologische Bewertung der Kühlschmierstoffe ist abhängig von ihrer stofflichen Zusammensetzung und von den Eigenschaften der Komponenten, die je nach Verwendungszweck in Zahl und Anteil stark differieren. Die Mineralölkomponente allein ist deshalb nicht repräsentativ für das Wirkungspotential. Der früher für reines Mineralöl aufgestellte MAK-Wert von  $5 \text{ mg/m}^3$  kann daher nicht auf die heutigen Kühlschmierstoffe angewendet werden, da es sich in der Regel um Mehrstoffgemische handelt, deren Zusammensetzung je nach Verwendungszweck erheblich differieren kann. Aus diesem Grunde steht auch ein einheitlicher MAK-Wert für alle Kühlschmierstofftypen nicht in Aussicht. Von erheblichem Nachteil ist, dass keine Deklarationspflicht für die einzelnen Komponenten von Kühlschmierstoffen besteht. Somit ist eine systematische Erfassung praktisch unmöglich. Mit fortschreitender Technik ist mit neuen Komponenten und Zusammensetzungen zu rechnen. Für eine ausreichende Bewertung durch die Kommission ist zu fordern, dass die Zusammensetzung bekannt gegeben wird.

### **Hydraulikflüssigkeiten und andere Schmierstoffe wie Schmierfette**

Hydraulikflüssigkeiten sind Betriebsflüssigkeiten für hydrostatische/hydrodynamische Kraftübertragungen. Sie bestehen überwiegend aus Ölen wie Mineralölen, natürlichen Ölen oder synthetischen Flüssigkeiten unterschiedlicher Struktur und Viskosität mit Additiven (Norm DIN 51524). Beim Einsatz von Hydraulikflüssigkeiten und anderen Schmierstoffen wie Schmierfetten kann es zu intensivem Hautkontakt kommen. Der Hautkontakt zu Komponenten von Hydraulikflüssigkeiten findet hauptsächlich durch den Eintrag in wassergemischte Kühlschmierstoffe während der Metallbearbeitung statt.

Es gibt zahlreiche Anwendungsfälle, bei denen flüssige Schmierstoffe ungeeignet sind (z. B. Walz- und Gleitlager in Werkzeugmaschinen). Hier kommen Schmierfette zur Anwendung, die einen breiten Viskositätsbereich abdecken. Schmierfette sind physikalisch gesehen kolloidale Suspensionen von Verdickern in Ölen. Als Verdicker kommen hauptsächlich Metallseifen zum Einsatz, aber auch mineralische Stoffe und Polymere.

### **Gefährdungen**

Bei Hautkontakt sind gesundheitliche Wirkungen überwiegend als sensibilisierende und irritative Wirkung an der Haut im Sinne einer toxisch-irritativen oder Typ-IV-sensibilisierenden Wirkung zu erwarten (siehe Kapitel IV „Sensibilisierende Arbeitsstoffe“ und

TRGS 401<sup>41)</sup>). Systemische Toxizität durch Hautresorption steht dagegen nicht im Vordergrund.

Bei Einsatz von Kühlschmierstoffen können durch hohe Temperaturen an der Schneide Dämpfe und durch hohe Drehzahlen Aerosole in die Luft am Arbeitsplatz gelangen. Über die Langzeitwirkung nach Aufnahme unter Arbeitsbedingungen in die Lunge liegen bisher kaum tierexperimentelle oder epidemiologische Erfahrungen vor. Die toxischen Profile einzelner Komponenten weisen jedoch nach pulmonaler oder auch dermaler Resorption auch auf systemisch-toxische Reaktionen hin. Reaktionen nach Inhalation an Atemwegen und Lunge können irritativ oder toxisch sein. Es ist anzunehmen, dass systemisch-toxische Wirkungen ebenso wie die lokale Wirkung auf Haut und Atemtrakt überwiegend von den Zusatzstoffen (Additiven) ausgehen.

Von potentieller toxikologischer Bedeutung können bei wassergemischten Kühlmittelschmierstoffen krebserzeugende Nitrosamine sein, die sich aus nitrosierbaren sekundären Aminen wie Diethanolamin und Morpholin bilden können (vgl. Kapitel III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung von Aminen“, siehe TRGS 552<sup>42)</sup> und 611<sup>43)</sup>), insbesondere wenn keine Inhibitoren gegen deren Bildung enthalten sind.

Einen erheblichen Einfluss auf die Nitrosaminbildung bzw. deren Geschwindigkeit haben sowohl die Nitritkonzentration als auch der pH-Wert des wassergemischten Kühlschmierstoffes. Bakterielle Nitritbildung kann durch Biozidzugabe vermieden werden.

Da der Nitrosamingehalt nicht immer mit dem Nitritgehalt korreliert, ist in Kühlschmierstoffen mit sekundären Aminen (diese entsprechen nicht der TRGS 611<sup>43)</sup>, außer deren Öffnungsklausel nach Abschnitt 2.4 gilt) die Messung des Nitrosamingehalts zuverlässiger als die des Nitritgehalts. Insbesondere schließt die Abwesenheit von Nitrit zu einem bestimmten Messzeitpunkt nicht das Vorhandensein von Nitrosaminen aus.

Beim Gebrauch nicht wassermischbarer Kühlschmierstoffe entstehen polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH; Leitsubstanz Benzo[a]pyren). Diese entstehen in nicht kritischen Konzentrationen, wenn deren mineralische Basisöle ausreichend raffiniert oder hydriert sind. Nach TRGS 905<sup>44)</sup> soll bei nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen der Massengehalt an Benzo[a]pyren in den Basisölen weniger als 0,005 % (50 ppm) betragen.

In der Begründung von systemisch kaum toxischen und als nicht schleimhautreizend bewerteten Kühlschmierstoffkomponenten, für die kein MAK-Wert aufgestellt werden kann, wird darauf hingewiesen, dass bei einer Konzentration von bis zu 10 mg Kühlschmierstoff/m<sup>3</sup>, die dem technikbasierten Grenzwert der BG-Regel (Regel 109–003, 2011<sup>45)</sup>) entspricht, keine Gesundheitsgefährdung durch den Stoff zu erwarten ist.

<sup>41)</sup> Ausschuss für Gefahrstoffe (2011) „Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlungen, Beurteilung, Maßnahmen“ (TRGS 401) Gemeinsames Ministerialblatt 2011, S. 175. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-401.html>

<sup>42)</sup> Ausschuss für Gefahrstoffe (2018) Krebserzeugende N-Nitrosamine der Kat 1A und 1B (TRGS 552) <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-552.html>

<sup>43)</sup> Ausschuss für Gefahrstoffe (2007) Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können (TRGS 611) <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-611.html>

<sup>44)</sup> Ausschuss für Gefahrstoffe (2020) Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe (TRGS 905) <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-905.html>

<sup>45)</sup> Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2011) Regel 109–003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/regeln/1006/taetigkeiten-mit-kuehlschmierstoffen>

Die Kommission erarbeitet toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen zu einzelnen Komponenten mit dem Ziel, praktikable Bewertungen, wenn möglich in Form von MAK-Werten, zu publizieren. Die Liste, die einer ständigen Fortschreibung unterliegt, soll bei der von Fall zu Fall vorzunehmenden Beurteilung der Wirkung von Kühlschmierstoffen, Hydraulikflüssigkeiten und anderen Schmierstoffen und der eventuell zu treffenden Maßnahmen des Gesundheitsschutzes behilflich sein.

Die folgenden Stoffe wurden bearbeitet:

- Abietinsäure [514-10-3]  
Schließt auch Disproportionierungs- und Umlagerungsprodukte ein.
- Adipinsäure [124-04-9]
- Alkylamine, C11–C14-verzweigte, Monohexyl- und Dihexylphosphate [80939-62-4]
- Alkylbenzolsulfonate C10–C14, lineare [69669-44-9; 85117-50-6]
- Alkylethercarbonsäuren
- 1-(2-(Allyloxy)-2-(2,4-dichlorphenyl)ethyl)-1H-imidazol (Imazalil) [35554-44-0]
- 2-Aminobutanol [96-20-8]
- 2-(2-Aminoethoxy)ethanol (Diglykolamin) [929-06-6]
- 2-Amino-2-ethyl-1,3-propandiol [115-70-8]
- 2-Amino-2-methyl-1-propanol [124-68-5]
- 1-Aminopropan-2-ol [78-96-6]
- N'-(3-Aminopropyl)-N'-dodecylpropan-1,3-diamin [2372-82-9]
- Aminotris(methylenphosphonsäure) [6419-19-8] und ihre Natriumsalze
- Azelainsäure [123-99-9]
- Behensäure [112-85-6]
- 1,2-Benzisothiazol-3(2H)-on [2634-33-5]
- Benzoessäure [65-85-0] s. auch Alkalibenzoate  
Löst pseudoallergische Reaktionen aus, siehe „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“ (21. Lieferung 1995).
- Benzotriazol [95-14-7]
- Benzylalkohol [100-51-6]
- Benzylalkoholmono(poly)hemiformal [14548-60-8]  
Formaldehydabspalter
- Bernsteinsäure [110-15-6]
- ★ Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S']dioxodi- $\mu$ -thioxodimolybdän [68958-92-9; 72030-25-2]
- N,N-Bis(2-ethylhexyl)-[(1,2,4-triazol-1-yl)methyl]amin [91273-04-0]
- Bis(2-ethylhexyl)zinkdithiophosphat [4259-15-8]
- 1,3-Bis(hydroxymethyl)harnstoff [140-95-4]  
Formaldehydabspalter
- Bis(morpholino)methan [5625-90-1]  
Formaldehydabspalter
- Bithionol [97-18-7]
- Borsäure [10043-35-3] und Tetraborate  
Borsäure [10043-35-3]
- 2-Brom-2-(brommethyl)pentandinitril (1,2-Dibrom-2,4-dicyanbutan) [35691-65-7]
- 2-Brom-2-nitropropan-1,3-diol [52-51-7]  
Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente und Korrosionsschutzmittelkomponente: siehe GefStoffV 2010, Anhang II (zu §16 Absatz 2), Nr. 4
- N-Butyl-1,2-benzisothiazolin-3-on [4299-07-4]
- p-tert-Butylbenzoessäure [98-73-7]

tert-Butyl-4-hydroxyanisol (BHA) [25013-16-5]  
 Butylhydroxytoluol (BHT) [128-37-0]  
 Calciumbis(dinonylnaphthalinsulfonat) [57855-77-3]  
 Calciumhydroxid [1305-62-0]  
 5(oder 6)-Carboxy-4-hexyl-2-cyclohexen-1-octansäure [53980-88-4]  
 2-Chloracetamid [79-07-2]  
 p-Chlor-m-kresol [59-50-7]  
 5-Chlor-2-methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on und 2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on  
 [26172-55-4; 2682-20-4] Gemisch im Verhältnis 3:1  
 Chlorthalonil [1897-45-6]  
 N-Cyclohexylhydroxydiazen-1-oxid, Kaliumsalz (K-HDO) [66603-10-9]  
 N-Cyclohexylhydroxydiazen-1-oxid, Kupfersalz (Cu-HDO) [15627-09-5]  
 1-Decanol [112-30-1]  
 n-Decyloleat [3687-46-5]  
 Destillate (Erdöl) [64742-47-8] mit Wasserstoff behandelte leichte (Dampf)  
 Destillate (Erdöl) [64742-47-8] mit Wasserstoff behandelte leichte (Aerosol)  
 Dibenzyldisulfid [150-60-7]  
 2,2-Dibrom-2-cyanacetamid [10222-01-2]  
 3-(3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-N'-[3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)pro-  
 panoyl]propanhydrazid [32687-78-8]  
 3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxyphenylpropionsäureoctadecylester [2082-79-3]  
 2,6-Di-tert-butylphenol [128-39-2]  
 Di-n-butylphosphat [107-66-4] und seine technischen Gemische  
 Di-n-butylphosphonat [1809-19-4] s. auch Di-n-octylphosphonat  
 Di-n-butylphthalat [84-74-2]  
 Di-tert-dodecyl-pentasulfid und Di-tert-dodecyl-polysulfid [31565-23-8; 68583-56-2;  
 68425-15-0]  
 Diethyltriaminpentakis(methylenphosphonsäure) [15827-60-8] und ihre Natriumsal-  
 ze [22042-96-2]  
 1,2-Dihydro-2,2,4-trimethylchinolin, polymer [26780-96-1]  
 p-Diiodmethylsulfonyltoluol [20018-09-1]  
 Diisodecylphthalat [26761-40-0]  
 Diisotridecylphthalat [27253-26-5]  
 1,3-Dimethylol-5,5-dimethylhydantoin [6440-58-0]  
 4,4'-Dioctyldiphenylamin [101-67-7]  
 Di-n-octylphosphonat [1809-14-9] s. auch Di-n-butylphosphonat  
 Diphenylamin [122-39-4]  
 Diphenylamin, Reaktionsprodukte mit Styrol und 2,4,4-Trimethylpenten [68921-45-9]  
 Diphenylamin, octyliert (Benzolamin, N-Phenyl-, Reaktionsprodukte mit 2,4,4-Trime-  
 thylpenten) [68411-46-1]  
 Dipropylenglykol [25265-71-8]  
 Dithio-2,2'-bis(benzmethylamid) [2527-58-4]  
 Ditridecylphthalat [119-06-2]  
 Dodecandisäure [693-23-2]  
 1-Dodecanol [112-53-8]  
 5-Ethyl-3,7-dioxa-1-azabicyclo[3.3.0]octan (EDA0) [7747-35-5]  
 Formaldehydabspalter  
 2-Ethylhexandiol-1,3 [94-96-2]

- ★ 2-Ethylhexyloleat [26399-02-0]
- ★ Fettsäureethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt [68920-66-1]
  - Glycerin [56-81-5]
  - 1-Hexadecanol [36653-82-4]
  - Hexamethylenbis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionat) [35074-77-2]
  - Hexamethylentetramin [100-97-0]
    - Formaldehydabspalter
    - 1-Hexanol [111-27-3]
    - 2-Hexyldecanol [2425-77-6]
    - Hexylenglykol [107-41-5]
    - 1-Hydroxyethan-1,1-diphosphonsäure [2809-21-4] und ihre Natrium- und Kaliumsalze
    - 1-Hydroxyethyl-2-heptadecenyl-imidazolin [21652-27-7]
- ★ N-(2-Hydroxyethyl)piperidin [3040-44-6]
  - 2-Hydroxymethyl-2-nitropropan-1,3-diol [126-11-4]
    - Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente und Korrosionsschutzmittelkomponente: siehe GefStoffV 2010, Anhang II (zu §16 Absatz 2), Nr. 4
  - 12-Hydroxystearinsäure [106-14-9]
  - 3-Iod-2-propinylbutylcarbammat [55406-53-6]
  - Isodecyloleat [59231-34-4]
  - Isononansäure [3302-10-1] [26896-18-4]
  - Isooctadecanol [27458-93-1]
  - Isotridecanol [27458-92-0]
  - Kerosin (Erdöl) (Aerosol) [8008-20-6]
  - Kerosin (Erdöl) (Dampf) [8008-20-6]
  - Kokosnussöl [8001-31-8]
  - Laurinsäure [143-07-7]
  - Lithium-12-hydroxystearat [7620-77-1]
  - Lithiumstearat [4485-12-5]
  - 2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4]
  - Methenamin-3-chlorallylchlorid [4080-31-3]
    - Formaldehydabspalter
  - Methyl-1H-benzotriazol [29385-43-1]
  - Methyldiethanolamin [105-59-9]
  - 2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on [2682-20-4]
  - 4-Methyl-1,3-dioxolan-2-on [108-32-7]
  - Methylenbis(dibutylthiocarbamat) [10254-57-6] (alveolengängige Fraktion)
  - Methylenbis(dibutylthiocarbamat) [10254-57-6] (inatembare Fraktion)
  - 4,4'-Methylenbis(2,6-di-tert-butylphenol) [118-82-1]
  - N,N'-Methylenbis(5-methyloxazolidin) [66204-44-2]
  - N-Methylolchloracetamid [2832-19-1]
    - Formaldehydabspalter
  - Myristinsäure [544-63-8]
  - Naphtha (Erdöl) mit Wasserstoff behandelte, schwere [64742-48-9]
  - Naphthensäuren und Natrium-, Calcium-, Kalium-Naphthenate [1338-24-5; 61790-13-4; 61789-36-4; 66072-08-0] (technische Gemische)
  - Natriumdiethyldithiocarbamat [148-18-5]
    - Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.
    - Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosodiethylamins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . .“.
  - Natriumpyrithion [3811-73-2; 15922-78-8]

3-Nitrobenzoesäure [121-92-6]

4-(2-Nitrobutyl)morpholin (70 Gew.%) und 4,4'-(2-Ethyl-2-nitro-1,3-propandiyl)bis-morpholin (20 Gew.%) [2224-44-4; 1854-23-5] (Gemisch)

Formaldehydabspalter und Nitrosaminbildner.

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente und Korrosionsschutzmittelkomponente: siehe GefStoffV 2010, Anhang II (zu §16 Absatz 2), Nr. 4

(4-Nonylphenoxy)essigsäure [3115-49-9]

1-Octadecanol [112-92-5]

(Z)-9-Octadecen-1-ol [143-28-2]

1-Octanol [111-87-5]

2-n-Octyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on [26530-20-1]

2-Octyldodecan-1-ol [5333-42-6]

4-tert-Octylphenol [140-66-9]

Ölsäure [112-80-1]

Oleylsarkosin [110-25-8]

Palmitinsäure [57-10-3]

Petroleumsulfonate, Calcium-Salze (technisches Gemisch in Mineralöl) [61789-86-4]

Petroleumsulfonate, Natrium-Salze [68608-26-4]

Phenothiazin [92-84-2]

Phototoxische Wirkung

2-Phenoxyethanol [122-99-6]

1-Phenoxy-2-propanol [770-35-4]

2-Phenyl-1-ethanol [60-12-8]

N-Phenyl-1-naphthylamin [90-30-2]

o-Phenylphenol [90-43-7]

o-Phenylphenol-Natrium [132-27-4]

Piperazin [110-85-0]

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N,N'-Dinitrosopiperazins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

Polyalphaolefine versch. CAS-Nr. [68649-11-6]

Polybutene und Polyisobutene

Polybutene [9003-29-6]

Polyisobutene [9003-27-4]

Polydimethylsiloxane, lineare [63148-62-9; 9006-65-9; 9016-00-6]

Polyethylenglykole (PEG) (mittlere Molmasse 200–600) [25322-68-3]

Wegen möglicher Nebelbildung sollte die Exposition aus Gründen der Arbeitssicherheit und Arbeitsplatzhygiene minimiert werden.

Polyethylenglykole (PEG) (mittlere Molmasse > 600) [25322-68-3]

Polyethylenpolypropylenglykol [9003-11-6]

Polyoxyethylenoleylether [9004-98-2]

Polypropylenglykole (PPG) [25322-69-4]

Polypropylenglykol-n-butylether [9003-13-8]

Polytetrafluorethen [9002-84-0] (alveolengängige Fraktion)

ausgenommen sind ultrafeine Partikel; siehe Abschnitt Vh

Polytetrafluorethen [9002-84-0] (einatembare Fraktion)

Propylenglykol [57-55-6]

Pyrrolidin [123-75-1]

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosopyrrolidins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung ...“.

Sebacinsäure [111-20-6]

- Stearinsäure [57-11-4]  
 Tallöl, destilliert [8002-26-4]  
 1-Tetradecanol [112-72-1]  
 Tetrahydrobenzotriazol [6789-99-7]  
 Thiabendazol [148-79-8]  
 ★ 2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol) [90-66-4]  
 Thiodiethylenbis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionsäureester)  
 [41484-35-9]  
 Triazintriyltriiminotrihexansäure [80584-91-4]  
 Triethanolamin [102-71-6]  
 Triethylenglykol-n-butylether [143-22-6]  
 Triethylenglykolmonomethylether [112-35-6]  
 N,N',N''-Triethylhexahydro-1,3,5-triazin [7779-27-3]  
 Formaldehydabspalter  
 ★ Triglyceride (Lardöl, Palmöl, Rapsöl, Sojaöl)  
 Trikresylphosphat, Isomere, „frei von o-Isomeren“ [1330-78-5; 563-04-2; 78-32-0]  
 O,O,O-Triphenylmonothiophosphat [597-82-0]  
 Triphenylphosphat [115-86-6]  
 Triphenylphosphat, isopropyliert [68937-41-7]  
 Tris(2,4-di-tert-butylphenyl)phosphit [31570-04-4]  
 N,N',N''-Tris(β-hydroxyethyl)hexahydro-1,3,5-triazin [4719-04-4]  
 Formaldehydabspalter  
 Tris[(2- oder 4-)C9-C10-isoalkylphenyl]phosphorthioat [126019-82-7]  
 Tris(nonylphenyl)phosphit [26523-78-4]  
 Weinsäure [87-69-4]  
 Weißöl, pharmazeutisch [8042-47-5]  
 Zitronensäure [77-92-9]  
 Zitronensäure, Alkalisalze

#### d) Metalle und Metallverbindungen

Das Metall wird in der MAK- und BAT-Werte-Liste mit dem Zusatz „und seine anorganischen Verbindungen“ aufgeführt; der Grenzwert bezieht sich dann stets auf den Metallgehalt als analytische Berechnungsbasis. In den meisten Fällen liegen zur Bewertung der einzelnen Verbindungen eines Metalls keine ausreichenden Daten aus Tierversuchen oder Erfahrungen beim Menschen vor. Sofern plausible Gründe für Analogieschlüsse zwischen verschiedenen Metallverbindungen, einschließlich des betreffenden Elements, vorliegen sollten diese Substanzen gleichbehandelt werden. Daher ist es erforderlich, die einzelnen Metallverbindungen möglichst genau zu spezifizieren. Metall-organische Verbindungen sollen generell getrennt von den anorganischen Verbindungen in Bezug auf eventuell festzulegende MAK-Werte sowie potentielle krebserzeugende Eigenschaften bewertet werden.

Da jedoch Art und Ausmaß der Schadwirkung von Metallen meist erheblich von deren Bindungsart bestimmt werden, können Unterschiede in der Wasserlöslichkeit der Metallverbindungen die akute und chronische Giftwirkung beeinflussen. Grundsätzlich sollte jede Metallverbindung für sich geprüft und entsprechend ihrer Toxizität und unter Berücksichtigung einer eventuell nachgewiesenen krebserzeugenden Wirkung eingestuft werden. Für eine solche Einstufung ausreichende Erfahrungen liegen bislang nur für wenige Metallverbindungen vor.

### **e) Radioaktive Stoffe**

Für den Umgang mit Radionukliden sind die besonderen Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung mit zahlreichen Stoffen zu beachten (Verordnung in der jeweils gültigen Fassung des BGBl.).

# Beurteilungswerte in biologischem Material

## XI. Bedeutung und Benutzung von BAT-Werten und Biologischen Leitwerten

### Definition

Die Kommission legt BAT-Werte (**B**iologische **A**rbeitsstoff-**T**oleranz-Werte) und BLW (**B**iologische **L**eit-**W**erte) fest, um das aus einer Exposition gegenüber einem Arbeitsstoff resultierende individuelle gesundheitliche Risiko bewerten zu können.

Der BAT-Wert beschreibt die arbeitsmedizinisch-toxikologisch abgeleitete Konzentration eines Arbeitsstoffes, seiner Metaboliten, Addukte oder eines Beanspruchungsindikators im entsprechenden biologischen Material, bei der im Allgemeinen die Gesundheit eines Beschäftigten auch bei wiederholter und langfristiger Exposition nicht beeinträchtigt wird. BAT-Werte beruhen auf einer Beziehung zwischen der äußeren und inneren Exposition oder zwischen der inneren Exposition und der dadurch verursachten Wirkung des Arbeitsstoffes. Dabei orientiert sich die Ableitung des BAT-Wertes an den mittleren inneren Expositionen.

Der BAT-Wert ist überschritten, wenn bei mehreren Untersuchungen einer Person die mittlere Konzentration des Parameters oberhalb des BAT-Wertes liegt; Messwerte oberhalb des BAT-Wertes müssen arbeitsmedizinisch-toxikologisch bewertet werden. Aus einer alleinigen Überschreitung des BAT-Wertes kann nicht notwendigerweise eine gesundheitliche Beeinträchtigung abgeleitet werden. Dies gilt nicht für akut toxische Effekte, die zu keinem Zeitpunkt toleriert werden dürfen. Hinweise zur akuten Toxizität finden sich in den einzelnen Stoffbegründungen. Weiterhin werden Stoffe, deren BAT-Wert auf eine akute Toxizität abzielt, in der MAK- und BAT-Werte-Liste entsprechend gekennzeichnet („Ableitung des BAT-Wertes als Höchstwert wegen akut toxischer Effekte“).

Bei kanzerogenen Arbeitsstoffen und bei Stoffen mit ungenügender Datenlage werden BLW abgeleitet, die ebenfalls als Mittelwerte festgelegt sind (vgl. Abschnitt XIV).

### Voraussetzungen

BAT-Werte können definitionsgemäß nur für solche Arbeitsstoffe angegeben werden, die über die Lunge und/oder andere Körperoberflächen in nennenswertem Maße in den Organismus eintreten. Weitere Voraussetzungen für die Aufstellung eines BAT-Wertes sind ausreichende arbeitsmedizinische und toxikologische Erfahrungen mit dem Arbeitsstoff, wobei sich die Angaben auf Beobachtungen am Menschen stützen sollen. Die verwertbaren Erkenntnisse müssen mittels zuverlässiger Methoden erhalten worden sein. Für die Neuaufnahme und jährliche Überprüfung von BAT-Werten sind Anregungen und Mitteilungen über Erfahrungen am Menschen erwünscht.

### Ableitung von BAT-Werten

Der Ableitung eines BAT-Wertes können verschiedene Konstellationen wissenschaftlicher Daten zugrunde liegen, die eine quantitative Beziehung zwischen äußerer und innerer

Belastung ausweisen und daher eine Verknüpfung zwischen MAK- und BAT-Wert gestatten. Dies sind

- Studien, die eine direkte Beziehung zwischen Stoff-, Metabolit- oder Adduktkonzentrationen im biologischen Material (innere Belastungen) und adversen Effekten auf die Gesundheit aufzeigen,
- Studien, die eine Beziehung zwischen einem biologischen Indikator (Beanspruchungsparameter) und adversen Effekten auf die Gesundheit ausweisen.

Hinsichtlich geschlechtsspezifischer Faktoren bei der Festsetzung von BAT-Werten gilt:

1. Die Variationsbreite der die Toxikokinetik beeinflussenden anatomischen und physiologischen Unterschiede ist bereits innerhalb der Geschlechter sehr erheblich und überlappt sich zwischen den Geschlechtern.
2. Die dadurch bedingten geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Toxikokinetik bewegen sich in einem Bereich, der gegenüber der Unsicherheit der Grenzwertfestsetzung zu vernachlässigen ist.
3. Im Zustand der Schwangerschaft können besondere Verschiebungen in der Toxikokinetik von Fremdstoffen eintreten. Die praktische Bedeutung dieser Unterschiede ist jedoch limitiert, so dass für den Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz vor allem die Beeinflussung der Leibesfrucht von Bedeutung ist (vgl. Abschnitt VIII „MAK-Werte und Schwangerschaft“).

## **Begründung**

Zur Erläuterung, welche Gründe für den Ansatz von BAT-Werten maßgeblich waren, gibt die Kommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe eine Sammlung „Arbeitsmedizinisch-toxikologische Begründungen für BAT-Werte, EKA, BLW und BAR“ heraus. Unter kritischer Wichtung des Wissensstandes werden darin die Werte für die Parameter kommentiert, die sich in der arbeitsmedizinischen Praxis als sinnvoll erwiesen haben<sup>46)</sup>.

Die Kommission stützt sich in aller Regel nur auf die im wissenschaftlichen Schrifttum veröffentlichten Arbeiten. Soweit erforderlich können auch andere Quellen zitiert werden, zum Beispiel unveröffentlichte interne Firmenunterlagen; sie werden im Literaturverzeichnis der Begründung als solche kenntlich gemacht. Die vollständigen Unterlagen werden der Kommission zur Verfügung gestellt und im wissenschaftlichen Sekretariat niedergelegt. Wird von Dritten aufgrund des Literaturzitats in der Begründung Auskunft zu den zitierten internen Unterlagen erbeten, so wird diese schriftlich vom Kommissionsvorsitzenden im von diesem erforderlich gehaltenen Umfang erteilt. Einsicht in die Firmenunterlagen wird Dritten nicht gewährt. Kopien, auch auszugsweise, werden nicht zur Verfügung gestellt.

## **Zweck**

BAT-Werte dienen im Rahmen spezieller ärztlicher Vorsorgeuntersuchungen dem Schutz der Gesundheit am Arbeitsplatz. Sie geben eine Grundlage für die Beurteilung der Bedenklichkeit oder Unbedenklichkeit vom Organismus aufgenommener Arbeitsstoffmengen ab. Beim Umgang mit hautresorbierbaren Arbeitsstoffen erlaubt nur das Biologische

---

<sup>46)</sup> Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

Monitoring eine Erfassung der individuellen Belastung. Der BAT-Wert ist nicht geeignet, biologische Grenzwerte für langdauernde Belastungen aus der allgemeinen Umwelt, etwa durch Verunreinigungen der freien Atmosphäre oder von Nahrungsmitteln, anhand konstanter Umrechnungsfaktoren abzuleiten.

### **Zusammenhänge zwischen BAT- und MAK-Werten**

Unter laborexperimentellen Bedingungen bestehen bei inhalativer Aufnahme im Fließgleichgewicht eines Arbeitsstoffes Beziehungen zwischen BAT- und MAK-Werten, die mit Funktionen der Pharmakokinetik formuliert werden können. Aufgrund der am Arbeitsplatz bestehenden Randbedingungen sind jedoch im konkreten Fall aus dem arbeitsstoffspezifischen biologischen Wert nicht ohne weiteres Rückschlüsse auf die bestehende Arbeitsstoffkonzentration in der Arbeitsplatzluft zulässig. Neben der Aufnahme über die Atemwege können nämlich noch eine Reihe anderer Faktoren das Ausmaß der Arbeitsstoffbelastung des Organismus bestimmen; solche Faktoren sind z. B. Schwere der körperlichen Arbeit (Atemminutenvolumen), Hautresorption oder interindividuelle Variabilität des Stoffwechsel- und Ausscheidungsverhaltens eines Arbeitsstoffes.

Bei der Evaluierung von Feldstudien, die die Beziehung zwischen äußerer und innerer Belastung beschreiben, bestehen daher besondere Probleme bei der Bewertung hautresorbierbarer Arbeitsstoffe. Erfahrungsgemäß treten bei solchen Stoffen häufig Diskrepanzen zwischen den einzelnen Studien auf. Diese Diskrepanzen werden unter anderem auf unterschiedlich starke Hautbelastungen bei den Studien zurückgeführt. Bei der Bewertung solcher Studien im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen MAK- und BAT-Werten soll den Studien Vorzug eingeräumt werden, in denen die Hautresorption nach Lage der Daten die geringere Rolle spielt.

Bei gut hautresorbierbaren Arbeitsstoffen mit niedrigem Dampfdruck besteht in der Regel keine Korrelation zwischen äußeren und inneren Belastungen. Für diese Stoffe kann ein BAT-Wert oft nur anhand einer Beziehung zwischen innerer Belastung und Beanspruchung (Effekt) abgeleitet werden.

Zudem zeigen die Konzentrationen der Arbeitsstoffe in der Arbeitsplatzluft oft zeitliche Schwankungen, denen die biologischen Werte mehr oder minder stark gedämpft folgen können. Dementsprechend entbindet die Einhaltung von BAT-Werten nicht von einer Überwachung der Arbeitsstoffkonzentrationen in der Luft. Dies gilt insbesondere für lokal reizende und ätzende Arbeitsstoffe. Bei der Bewertung von makromolekularen Fremdstoffaddukten ist ferner die Persistenz dieser Addukte zu berücksichtigen, so dass sich zwangsläufig Diskrepanzen zwischen den äußeren Expositionsprofilen und dem Verhalten der biologischen Parameter ergeben. Ähnliche Überlegungen gelten für alle stark kumulierenden Stoffe wie Schwermetalle und polyhalogenierte Kohlenwasserstoffe.

Unabhängig von den aufgezeigten Störeinflüssen und der dadurch bedingten unterschiedlichen Definition sind bei der Aufstellung von BAT- und MAK-Werten die im Allgemeinen gleichen Wirkungsäquivalente zugrunde gelegt. Bei Stoffen, bei denen jedoch der MAK-Wert nicht aufgrund systemischer Wirkungen, sondern aufgrund von Reizerscheinungen an Haut und Schleimhäuten festgelegt ist, kann sich der BAT-Wert an einer „kritischen Toxizität“ orientieren, die aus einer systemischen inneren Belastung resultiert. In solchen Ausnahmefällen können die Begründungen der MAK- und BAT-Werte auf unterschiedlichen Endpunkten beruhen. In diesem Fall ist eine Parallelität von MAK- und BAT-Wert nicht notwendigerweise gegeben.

## BAT-Werte und Schwangerschaft

Die Einhaltung der BAT-Werte gewährleistet nicht in jedem Fall den sicheren Schutz des ungeborenen Kindes, da für zahlreiche gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe keine oder keine ausreichenden Untersuchungen zu ihrer fruchtschädigenden Wirkung vorliegen. Auf Basis der in Kapitel VIII „MAK-Werte und Schwangerschaft“ genannten Voraussetzungen überprüft die Kommission alle gesundheitsschädlichen Arbeitsstoffe mit MAK- oder BAT-Wert daraufhin, ob eine fruchtschädigende Wirkung bei Einhaltung des MAK- oder BAT-Wertes nicht anzunehmen ist (Gruppe C), ob eine solche nach den vorliegenden Informationen nicht auszuschließen ist (Gruppe B) oder sicher nachgewiesen ist (Gruppe A). Für eine Anzahl an Arbeitsstoffen ist es jedoch vorerst nicht möglich, eine Aussage zur fruchtschädigenden Wirkung zu treffen (Gruppe D). Bei Arbeitsstoffen mit Zuordnung zur Schwangerschaftsgruppe B wird durch die Kommission geprüft, ob die Bewertung der Datenlage es ermöglicht, einen Hinweis zu geben, welche Konzentration der Zuordnung zur Schwangerschaftsgruppe C entsprechen würde (Gruppe B mit Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C).

Wenn der MAK- und BAT-Wert in Korrelation stehen, gilt die Schwangerschaftsgruppe für den MAK-Wert in der Regel auch für den korrelierenden BAT-Wert.

Wenn der BAT-Wert nicht in Korrelation zum MAK-Wert abgeleitet worden ist, wird bei der Ergänzung der Schwangerschaftsgruppe zum BAT-Wert analog Kapitel VIII „MAK-Werte und Schwangerschaft“ vorgegangen.

## Überwachung

Der durch die Aufstellung von BAT-Werten erstrebte individuelle Gesundheitsschutz kann durch die periodische quantitative Bestimmung der Arbeitsstoffe bzw. ihrer Stoffwechselprodukte in biologischem Material oder biologischer Parameter überwacht werden. Die dabei verwendeten Untersuchungsmethoden sollten für die Beantwortung der anstehenden Frage diagnostisch hinreichend spezifisch und empfindlich, für den Beschäftigten zumutbar und für den Arzt praktikabel sein. Der Zeitpunkt der Probengewinnung ist so zu planen, dass diese den Expositionsverhältnissen am Arbeitsplatz sowie dem pharmakokinetischen Verhalten des jeweiligen Arbeitsstoffes gerecht wird („Messstrategie“). In der Regel wird insbesondere bei kumulierenden Stoffen eine Probengewinnung am Ende eines Arbeitstages nach einer längeren Arbeitsperiode (Arbeitswoche) dieser Forderung Rechnung tragen.

Bei Exposition gegen Dämpfe und Gase, die systemisch wirksam sind und einen Blut-Luft-Verteilungskoeffizienten  $> 5$  aufweisen, sowie bei Aerosolen, die systemisch wirksam sind, muss berücksichtigt werden, dass die resultierenden Blut- und Gewebekonzentrationen mit der Intensität körperlicher Tätigkeiten positiv korrelieren.

Für das Arbeiten auf Druckluftbaustellen lässt sich für Blut- und Gewebekonzentrationen inhalierter gasförmiger Stoffe eine positive Korrelation zu den Überdruckbedingungen ableiten. In solchen Fällen ist die Einhaltung des BAT-Wertes häufiger zu überprüfen, da der BAT-Wert im Vergleich zu Arbeiten unter Normaldruck bereits bei niedrigeren externen Belastungen erreicht wird.

Als Untersuchungsmaterialien kommen Vollblut-, Serum- oder Urinproben zum Einsatz, in Einzelfällen unter bestimmten Voraussetzungen Alveolarluftproben. Speichel- und Haaranalysen sind für ein arbeitsmedizinisches Biomonitoring nicht geeignet.

Die verwendeten Analysemethoden sollten präzise und richtige Ergebnisse liefern sowie unter den Bedingungen der statistischen Qualitätssicherung durchgeführt werden.

Die Arbeitsgruppe „Analysen in biologischem Material“ der Kommission hat mit ihrer Sammlung Methoden zusammengestellt, die in diesem Zusammenhang als erprobt gelten können<sup>47)</sup>.

Bei unmittelbarem Hautkontakt zu Arbeitsstoffen, die mit „H“ gekennzeichnet sind, ist die Einhaltung der BAT-Werte zu überprüfen oder im Falle krebserzeugender Stoffe die innere Belastung anhand der Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe (EKA) zu beurteilen.

### **Beurteilung von Untersuchungsdaten**

Wie jedes Laborergebnis können auch toxikologisch-analytische Daten nur aus der Gesamtsituation heraus bewertet werden. Neben den sonstigen ärztlichen Befunden sind dabei insbesondere

- die Dynamik pathophysiologischer Vorgänge
- kurzfristig der Einfluss von Erholungszeiten
- langfristig der Einfluss von Alterungsvorgängen
- die speziellen Arbeitsplatzverhältnisse
- intensive körperliche Aktivität und ungewöhnliche atmosphärische Druckbedingungen sowie
- Hintergrundbelastungen

in Einzelfällen zu berücksichtigen.

Urinuntersuchungen zum Biomonitoring erfolgen in der arbeitsmedizinischen Praxis aus Spontanurinproben. Diese sind dann für eine Untersuchung nicht geeignet, wenn sie diuresebedingt stark konzentriert oder stark verdünnt sind. Hierzu orientiert man sich in der Praxis am Kreatiningehalt der Urinproben, während ein Bezug auf das spezifische Gewicht oder die Osmolalität keine wesentliche Bedeutung erlangt hat. Ausschlusskriterien für eine repräsentative Verwendbarkeit der Spontanurinprobe sind Kreatininkonzentrationen  $< 0,3$  g/l bzw.  $> 3,0$  g/l (s. Spezielle Vorbemerkungen, Seite 21–31 und Seite 31a–31c der „Arbeitsmedizinisch-toxikologischen Begründungen für BAT-Werte, EKA, BLW und BAR“). Dieser Aspekt sollte bereits in der präanalytischen Phase eines Biologischen Monitorings berücksichtigt werden.

Ergebnisse von Analysen in biologischem Material unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht. Ihre Beurteilung muss generell dem Arzt vorbehalten bleiben, der hierfür auch die Verantwortung trägt.

BAT-Werte werden aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse und praktischer ärztlicher Erfahrung erstellt.

### **Allergisierende Arbeitsstoffe**

Allergische Wirkungen können nach Sensibilisierung, z. B. der Haut oder der Atemwege, je nach persönlicher Disposition unterschiedlich schnell und stark durch Stoffe verschiedener Art ausgelöst werden. Die Einhaltung des BAT-Wertes bedeutet keinen Schutz vor dem Auftreten derartiger Reaktionen.

---

<sup>47)</sup> Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

### **Krebserzeugende Arbeitsstoffe**

Vgl. Abschnitt XIII.

### **Biologische Arbeitsstoff-Referenzwerte**

Vgl. Abschnitt XV.

### **Stoffgemische**

BAT-Werte gelten in der Regel für eine Belastung mit reinen Stoffen. Sie sind nicht ohne weiteres beim Umgang mit Zubereitungen (Gemenge, Gemische, Lösungen), die aus zwei oder mehreren toxisch wirkenden Arbeitsstoffen bestehen, anwendbar. Dies gilt insbesondere für BAT-Werte, die auf den Arbeitsstoff selbst oder dessen Stoffwechselprodukte ausgerichtet sind. Bei Zubereitungen, deren Komponenten gleichartige toxikologische Wirkungen aufweisen, kann ein an einem biologischen Parameter orientierter BAT-Wert für die Abschätzung eines Gesundheitsrisikos hilfreich sein. Voraussetzung hierfür ist, dass der betreffende Parameter in klinisch-funktioneller Hinsicht eine kritische Größe für die in Betracht kommenden Stoffkomponenten darstellt. Die Kommission ist bestrebt, solche biologischen Wirkungskriterien für interferierende Arbeitsstoffe zu definieren und bekanntzugeben.

## XII. Stoffliste

Zur Interpretation arbeitsmedizinisch-toxikologischer Untersuchungsdaten sind zusätzlich die „Arbeitsmedizinisch-toxikologischen Begründungen für BAT-Werte, EKA, BLW und BAR“<sup>48)</sup> heranzuziehen.

### Abkürzungen

BW	= Beurteilungswerte in biologischem Material (BAT/EKA/BLW/BAR)
BAT	= Biologischer Arbeitsstoff-Toleranz-Wert
EKA	= Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe (siehe Kapitel XIII)
BLW	= Biologischer Leit-Wert (siehe Kapitel XIV)
BAR	= Biologischer Arbeitsstoff-Referenzwert (siehe Kapitel XV)

In der Zeile Arbeitsstoff:

Hautres: H	= Gefahr durch Hautresorption (siehe Kapitel VII und XI)
KanzKat	= Kanzerogenitäts-Kategorie (siehe Kapitel III)
Schw(BAT)	= Schwangerschaftsgruppe zum BAT-Wert (siehe Kapitel XI)

Untersuchungsmaterial:

B	= Vollblut
B <sub>E</sub>	= Erythrozytenfraktion des Vollblutes
U	= Urin
P/S	= Plasma/Serum

Probenahmezeitpunkt:

- a) keine Beschränkung
- b) Expositionsende bzw. Schichtende
- c) bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten
- d) vor nachfolgender Schicht
- e) nach Expositionsende: ... Stunden
- f) nach mindestens 3 Monaten Exposition
- g) unmittelbar nach Exposition

<sup>48)</sup> Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

1 Stoffe, die auf die Möglichkeit eines biologischen Monitorings hin überprüft wurden und für die Dokumentationen in den „Arbeitsmedizinisch-toxikologischen Begründungen für BAT-Werte, EKA, BLW und BAR“ vorliegen:

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Unter- suchungs- material	Probe- nahme- zeitpunkt
<b>★ Aceton [67-64-1]</b>				
			<b>Schw(BAT): B</b> Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C siehe BAT-Addendum	
Aceton	BAT	50 mg/l	U	b
	BAR	2,5 mg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b
<b>Acetylcholinesterase-Hemmer</b>				
Acetylcholinesterase	BAT	Reduktion der Aktivität auf 70 % des Bezugswertes Ableitung des BAT-Wertes als Höchstwert wegen akut toxischer Effekte	B <sub>E</sub>	b, c
<b>Acrylamid [79-06-1]</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>KanzKat: 2</b>		
N-(2-Carbonamidethyl)valin	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	B <sub>E</sub>	f
	BLW	550 pmol/g Globin vgl. Abschn. XIV.1	B <sub>E</sub>	f
	BAR	50 pmol/g Globin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	B <sub>E</sub>	f
N-Acetyl-S-(2-carbonamidethyl) cystein	BAR	100 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b
<b>Acrylnitril [107-13-1]</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>KanzKat: 2</b>		
S-(2-Cyanoethyl)merkaptursäure	BAR	15 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b, c
	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	B <sub>E</sub>	f
N-(2-Cyanoethyl)valin	BAR	12 pmol/g Globin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	B <sub>E</sub>	f
	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	B <sub>E</sub>	f
<b>Alkalicromate (Chrom(VI)-Verbindungen)</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>KanzKat: 1</b>		
Chrom	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	B <sub>E</sub> , U	b, c
<b>Aluminium [7429-90-5]</b>				
Aluminium	BAT	50 µg/g Kreatinin	U	c
	BAR	15 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1	U	c
<b>4-Aminobiphenyl [92-67-1]</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>KanzKat: 1</b>		
4-Aminobiphenyl (aus Hämoglobin- Konjugat freigesetzt)	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	B	b
	BLW	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIV.2	B <sub>E</sub>	f
	BAR	15 ng/l vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	B <sub>E</sub>	f

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Untersuchungs-material	Probenahmezeitpunkt
<b>Anilin [62-53-3]</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>KanzKat: 4</b>		
Anilin (nach Hydrolyse)	BAT	500 µg/l Ableitung des BAT-Wertes als Höchstwert wegen akut toxischer Effekte	U	b
Anilin (aus Hämoglobin-Konjugat freigesetzt)	BLW	100 µg/l vgl. Abschn. XIV.1	B <sub>E</sub>	f
<b>Antimon [7440-36-0] und seine anorganischen Verbindungen einschließlich Antimonwasserstoff [7803-52-3]</b>				
		<b>KanzKat: 2</b> gilt nicht für Antimonwasserstoff		
Antimon	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2 für Antimontrioxid	U	b, c
	BAR	0,2 µg/l vgl. Abschn. XV.1 für Antimon und Antimonwasserstoff	U	b, c
<b>Arsen [7440-38-2] und anorganische Arsenverbindungen mit Ausnahme von Arsenwasserstoff</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>KanzKat: 1</b>		
H-Markierung gilt nicht für Arsenmetall und Galliumarsenid				
Anorganisches Arsen und methylierte Metaboliten durch direkte Hydrierung bestimmte flüchtige Arsenverbindungen	BLW	50 µg/l vgl. Abschn. XIV.1	U	b, c
∑ Arsen(+III), Arsen(+V), Monomethylarsensäure und Dimethylarsensäure	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b, c
Arsen(+III)	BAR	0,5 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b, c
Arsen(+V)	BAR	0,5 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b, c
Monomethylarsensäure	BAR	2 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b, c
Dimethylarsensäure	BAR	10 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b, c
<b>Bariumverbindungen, löslich (als Ba [7440-39-3] berechnet)</b>				
Barium	BAR	10 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b, c
<b>Benzidin [92-87-5]</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>KanzKat: 1</b>		
Benzidin	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	U	b, c
	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	U	b, c
Benzidin-Addukte	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	P/S, B <sub>E</sub>	f
	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	P/S, B <sub>E</sub>	f

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Unter- suchungs- material	Probe- nahme- zeitpunkt
<b>Benzol [71-43-2]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
<b>KanzKat: 1</b>				
Benzol	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b
	BAR	0,3 µg/l vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b
S-Phenylmerkaptursäure	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b
	BAR	0,3 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b
trans, trans-Muconsäure	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b
	BAR	150 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b
<b>Beryllium [7440-41-7] und seine anorganischen Verbindungen</b>				
<b>KanzKat: 1</b>				
Beryllium	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	U	b, c
	BAR	0,05 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b, c
<b>Bisphenol A (4,4'-Isopropylidendiphenol) [80-05-7]</b>				
Bisphenol A (nach Hydrolyse)	BLW	80 mg/l vgl. Abschn. XIV.1	U	b
<b>Bisphenol S [80-09-1]</b>				
Bisphenol S (nach Hydrolyse)	BAR	1 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b
<b>★ Blei [7439-92-1] und seine Verbindungen (außer Bleiarсенat, Bleichromat und Alkylbleiverbindungen)</b>				
<b>KanzKat: 4</b>				
<b>Schw(BAT): A</b>				
Blei	BAT	150 µg/l	B	a
	BAR	30 µg/l vgl. Abschn. XV.1 für Frauen	B	a
	BAR	40 µg/l vgl. Abschn. XV.1 für Männer	B	a
<b>Bleitetraethyl [78-00-2]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Diethylblei	BAT	25 µg/l, als Pb berechnet	U	b
Gesamtlei (gilt auch für Gemische mit Bleitetramethyl)	BAT	50 µg/l	U	b
<b>Bleitetramethyl [75-74-1]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Gesamtlei	BAT	50 µg/l	U	b
<b>Borsäure [10043-35-3] und Tetraborate</b>				
Bor	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	U	Differenz zwischen Vorschichturin und Nachschichturin
<b>2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluoethan (Halothan) [151-67-7]</b>				
Trifluoressigsäure	BAT	2,5 mg/l	B	b, c
<b>Brommethan (Methylbromid) [74-83-9]</b>				
<b>KanzKat: 3</b>				
Bromid	BLW	12 mg/l vgl. Abschn. XIV.1	P/S	c
S-Methylcystein-Albumin	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	S	a

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Untersuchungs- material	Probe- nahme- zeitpunkt
<b>1-Brompropan [106-94-5]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
<b>KanzKat: 2</b>				
S-(n-Propyl)merkaptursäure	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	c
<b>1,3-Butadien [106-99-0]</b>				
<b>KanzKat: 1</b>				
3,4-Dihydroxybutylmerkaptursäure Synonym für N-Acetyl-S-(3,4-dihydroxybutyl)cystein	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b, c
	BAR	400 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b, c
2-Hydroxy-3-butenylmerkaptursäure Synonym für N-Acetyl-S-(2-hydroxy-3-butenyl)cystein	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b, c
	BAR	< 2 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b, c
<b>1-Butanol [71-36-3]</b>				
1-Butanol	BAT	2 mg/g Kreatinin	U	d
	BAT	10 mg/g Kreatinin	U	b
<b>2-Butanon (Methylethylketon) [78-93-3]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
2-Butanon	BAT	2 mg/l	U	b
<b>2-Butoxyethanol [111-76-2]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Butoxyessigsäure (nach Hydrolyse)	BAT	150 mg/g Kreatinin	U	b, c
<b>2-Butoxyethylacetat [112-07-2]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Butoxyessigsäure (nach Hydrolyse)	BAT	150 mg/g Kreatinin	U	b, c
<b>p-tert-Butylphenol (ptBP) [98-54-4]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
p-tert-Butylphenol (nach Hydrolyse)	BAT	2 mg/l	U	b
<b>Cadmium [7440-43-9] und seine anorganischen Verbindungen</b>				
<b>Hautres: H</b>				
<b>KanzKat: 1</b>				
Cadmium	BLW	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIV.2	U	a
	BAR	1 µg/l vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	B	a
	BAR	0,8 µg/l vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	a
<b>Chlorbenzol [108-90-7]</b>				
<b>Schw(BAT): C</b>				
4-Chlorkatechol (nach Hydrolyse)	BAT	80 mg/g Kreatinin	U	b
<b>1-Chlor-2,3-epoxypropan (Epichlorhydrin) [106-89-8]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
<b>KanzKat: 2</b>				
S-(3-Chlor-2-hydroxypropyl)merkaptursäure	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b, c

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Unter- suchungs- material	Probe- nahme- zeitpunkt
<b>Chlorierte Biphenyle [53469-21-9]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 4</b>		<b>Schw(BAT): B</b> Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C siehe BAT-Addendum	
Σ PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180	BAT	15 µg/l	P	a
PCB 28	BAR	0,02 µg/l vgl. Abschn. XV.1	P	a
PCB 52	BAR	< 0,01 µg/l vgl. Abschn. XV.1	P	a
PCB 101	BAR	< 0,01 µg/l vgl. Abschn. XV.1	P	a
<b>Chloropren [126-99-8]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 2</b>			
3,4-Dihydroxybutylmercaptursäure	BAR	400 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b, c
<b>Chrom [7440-47-3] und seine Verbindungen</b>				
Gesamt-Chrom	BAR	0,6 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b
<b>Cobalt [7440-48-4] und Cobaltverbindungen</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 2</b>			
Cobalt	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	c
	BLW	35 µg/l vgl. Abschn. XIV.1	U	c
	BAR	1,5 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	c
<b>Cyclohexan [110-82-7]</b>				
1,2-Cyclohexandiol (nach Hydrolyse)	BAT	150 mg/g Kreatinin	U	c
<b>Cyclohexanon [108-94-1]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 3</b>			
1,2-Cyclohexandiol (nach Hydrolyse)	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	c
Cyclohexanol (nach Hydrolyse)	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b
<b>4,4'-Diaminodiphenylmethan [101-77-9]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 2</b>			
4,4'-Diaminodiphenylmethan (nach Hydrolyse)	BLW	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIV.2	U	b
	BAR	< 0,5 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b
4,4'-Diaminodiphenylmethan (aus Hämoglobin-Konjugat freigesetzt)	BAR	< 5 ng/l vgl. Abschn. XV.1	B <sub>E</sub>	f
<b>1,2-Dichlorbenzol [95-50-1]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
1,2-Dichlorbenzol	BAT	140 µg/l	B	g
3,4- und 4,5-Dichlorkatechol (nach Hydrolyse)	BAT	150 mg/g Kreatinin	U	b, c
<b>★ 1,4-Dichlorbenzol [106-46-7]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 4</b>		<b>Schw(BAT): C</b>	
2,5-Dichlorphenol (nach Hydrolyse)	BAT	10 mg/l	U	b, c
	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b, c
	BAR	25 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b, c
<b>Dichlormethan [75-09-2]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 5</b>			
Dichlormethan	BAT	500 µg/l	B	g
	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	B	g

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Unter- suchungs- material	Probe- nahme- zeitpunkt
<b>1,2-Dichlorpropan [78-87-5]</b>				
<b>Hautres: H</b> <span style="float: right;"><b>KanzKat: 1</b></span>				
2-Hydroxypropylmerkaptursäure	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	U	b, c
★ <b>Diethylenglykoldimethylether [111-96-6]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Methoxyessigsäure	BAT	15 mg/l	U	b, c
<b>Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) [117-81-7]</b>				
<b>Hautres: H</b> <span style="float: right;"><b>KanzKat: 4</b></span>				
∑ (MEHP + 5-OH-MEHP + 5-oxo-MEHP + 5-cx-MEPP) (nach Hydrolyse)	BLW	4 mg/g Kreatinin vgl. Abschn. XIV.1	U	c
★ <b>N,N-Dimethylacetamid [127-19-5]</b>				
<b>Hautres: H</b> <span style="float: right;"><b>Schw(BAT): C</b></span>				
N-Methylacetamid plus N-Hydroxymethyl-N-methylacetamid	BAT	25 mg/l	U	b, c
<b>N,N-Dimethylformamid [68-12-2]</b>				
<b>Hautres: H</b> <span style="float: right;"><b>KanzKat: 4</b></span> <span style="float: right;"><b>Schw(BAT): B</b> Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C siehe BAT-Addendum</span>				
N-Methylformamid plus N-Hydroxymethyl-N-methylformamid	BAT	20 mg/l	U	b
N-Acetyl-S-(methylcarbamoyl)-L-cystein	BAT	25 mg/g Kreatinin	U	b, c
<b>Dimethylsulfat [77-78-1]</b>				
<b>Hautres: H</b> <span style="float: right;"><b>KanzKat: 2</b></span>				
N-Methylvalin	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	B <sub>E</sub>	f
★ <b>1,4-Dioxan [123-91-1]</b>				
<b>Hautres: H</b> <span style="float: right;"><b>KanzKat: 4</b></span> <span style="float: right;"><b>Schw(BAT): C</b></span>				
2-Hydroxyethoxyessigsäure	BAT	200 mg/g Kreatinin	U	b
<b>Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (MDI) [101-68-8] (einatembare Fraktion)</b>				
<b>Hautres: H</b> <span style="float: right;"><b>KanzKat: 4</b></span>				
4,4'-Diaminodiphenylmethan (nach Hydrolyse)	BLW	10 µg/l vgl. Abschn. XIV.1	U	b
<b>1,2-Epoxypropan [75-56-9]</b>				
<b>KanzKat: 4</b>				
N-(2-Hydroxypropyl)valin	BAT	2500 pmol/g Globin	B <sub>E</sub>	f
	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	B <sub>E</sub>	f
	BAR	10 pmol/g Globin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	B <sub>E</sub>	f
2-Hydroxypropylmerkaptursäure	BAR	25 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b, c
<b>2-Ethoxyethanol [110-80-5]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Ethoxyessigsäure	BAT	50 mg/l	U	c
<b>2-Ethoxyethylacetat [111-15-9]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Ethoxyessigsäure	BAT	50 mg/l	U	c
<b>1-Ethoxy-2-propanol [1569-02-4]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
1-Ethoxy-2-propanol	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	U	b

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Unter- suchungs- material	Probe- nahme- zeitpunkt
<b>1-Ethoxy-2-propylacetat [54839-24-6]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
1-Ethoxy-2-propanol	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	U	b
<b>Ethylbenzol [100-41-4]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
<b>KanzKat: 4</b>				
Mandelsäure plus Phenylglyoxylsäure	BAT	250 mg/g Kreatinin	U	b
	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b
★ <b>Ethylen [74-85-1]</b>				
<b>KanzKat: 3</b>				
N-(2-Hydroxyethyl)valin	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	B <sub>E</sub>	f
<b>Ethylenglykoldinitrat [628-96-6]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Ethylenglykoldinitrat	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	B	-
★ <b>Ethylenoxid [75-21-8]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
<b>KanzKat: 2</b>				
N-(2-Hydroxyethyl)valin	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	B <sub>E</sub>	f
	BAR	60 pmol/g Globin vgl. Abschn. XV.1	B <sub>E</sub>	f
2-Hydroxyethylmerkaptursäure	BAR	5 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1	U	b, c
<b>Fluorwasserstoff [7664-39-3] und anorganische Fluorverbindungen (Fluoride)</b>				
<b>Hautres: H</b>				
H-Markierung gilt nicht für Fluorwasserstoff				
Fluorid	BAT	4 mg/l	U	b
<b>Gadolinium [7440-54-2]</b>				
Gadolinium	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	U	
<b>Glycerintrinitrat [55-63-0]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
<b>KanzKat: 3</b>				
1,2-Glycerindinitrat	BLW	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIV.2	P/S	b
1,3-Glycerindinitrat	BLW	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIV.2	P/S	b
<b>Glycidol [556-52-5]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
<b>KanzKat: 2</b>				
N-(2,3-Dihydroxypropyl)valin	BAR	15 pmol/g Globin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	B <sub>E</sub>	f
<b>n-Heptan [142-82-5]</b>				
Heptan-2,5-dion	BAT	250 µg/l	U	b
<b>Hexachlorbenzol [118-74-1]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
<b>KanzKat: 4</b>				
Hexachlorbenzol	BAT	150 µg/l	P/S	a
<b>Hexamethylenisocyanat [822-06-0]</b>				
Hexamethylen-diamin (nach Hydrolyse)	BAT	15 µg/g Kreatinin	U	b
<b>n-Hexan [110-54-3]</b>				
2,5-Hexandion plus 4,5-Dihydroxy-2-hexanon (nach Hydrolyse)	BAT	5 mg/l	U	b, c
<b>2-Hexanon [591-78-6]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
2,5-Hexandion plus 4,5-Dihydroxy-2-hexanon (nach Hydrolyse)	BAT	5 mg/l	U	b, c

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Untersuchungs- material	Probe- nahme- zeitpunkt
<b>Hydrazin [302-01-2]</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>KanzKat: 2</b>		
Hydrazin	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U, P	b
<b>Iod [7553-56-2] und anorganische Iodide</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Iod	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	U	-
<b>Isopropylbenzol (Cumol) [98-82-8]</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>KanzKat: 3</b>		
2-Phenyl-2-propanol (nach Hydrolyse)	BAT	10 mg/g Kreatinin	U	b
<b>Kohlenmonoxid [630-08-0]</b>				
			<b>Schw(BAT): B</b>	
CO-Hb	BAT	5 % Ableitung des BAT-Wertes als Höchstwert wegen akut toxischer Effekte, für Nichtraucher abgeleitet	B	b
<b>Kresol (alle Isomere) [1319-77-3]: o-Kresol [95-48-7], m-Kresol [108-39-4], p-Kresol [106-44-5]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Kresol (Summe aller Isomere nach Hydrolyse)	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	U	b
	BLW	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIV.2	U	b
<b>Kupfer [7440-50-8] und seine anorganischen Verbindungen</b>				
Kupfer	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	U	-
	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	U	-
<b>Lindan (<math>\gamma</math>-1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan) [58-89-9]</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>KanzKat: 4</b>		
			<b>Schw(BAT): C</b>	
Lindan	BAT	25 µg/l	P/S	b
<b>Lithium [7439-93-2]</b>				
Lithium	BAR	50 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	a
<b>Mangan [7439-96-5] und seine anorganischen Verbindungen</b>				
Mangan	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	B	b, c
	BAR	15 µg/l vgl. Abschn. XV.1	B	b, c
<b>Methämoglobin-Bildner</b>				
MetHb	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2 Werte ab 1,5 % Methämoglobin weisen auf eine Exposition gegenüber Methämoglobin-Bildnern hin. Zur Beurteilung der Toxizität ist der verur- sachende Stoff heranzuziehen.	B	b
<b>Methanol [67-56-1]</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>Schw(BAT): C</b>		
Methanol	BAT	15 mg/l	U	b, c
<b>2-Methoxyethanol [109-86-4]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Methoxyessigsäure	BAT	15 mg/g Kreatinin	U	b, c
<b>2-Methoxyethylacetat [110-49-6]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Methoxyessigsäure	BAT	15 mg/g Kreatinin	U	b, c
<b>1-Methoxypropanol-2 [107-98-2]</b>				
1-Methoxypropanol-2	BAT	15 mg/l	U	b

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Unter- suchungs- material	Probe- nahme- zeitpunkt
<b>Methyl-tert-butylether [1634-04-4]</b>				
<b>KanzKat: 3</b>				
Methyl-tert-butylether	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	B, U	b
tert-Butylalkohol	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	B, U	-
<b>4,4'-Methylenbis(2-chloranilin) (MOCA) [101-14-4]</b>				
<b>Hautres: H      KanzKat: 2</b>				
4,4'-Methylenbis(2-chloranilin) (MOCA) (nach Hydrolyse)	BAR	< 1 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b
<b>Methylformiat [107-31-3]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Methanol	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	U	c
Ameisensäure	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	U	-
<b>4-Methylpentan-2-on (Methylisobutylketon) [108-10-1]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
4-Methylpentan-2-on	BAT	0,7 mg/l	U	b
<b>N-Methyl-2-pyrrolidon [872-50-4]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
5-Hydroxy-N-methyl-2-pyrrolidon	BAT	150 mg/l	U	b
<b>Molybdän [7439-98-7] und seine Verbindungen</b>				
Molybdän	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	U, P	-
	BAR	150 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	-
<b>★ Naphthalin [91-20-3]</b>				
<b>Hautres: H      KanzKat: 2</b>				
1-Naphthol plus 2-Naphthol (nach Hydrolyse)	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b, c
	BAR	35 µg/l vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b, c
1,2-Dihydroxynaphthalin (nach Hydro- lyse)	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b, c
1-Naphthylmerkaptursäure	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b, c
<b>2-Naphthylamin [91-59-8]</b>				
<b>Hautres: H      KanzKat: 1</b>				
2-Naphthylamin	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	U	b
	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	U	b
2-Naphthylamin-Addukte	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	B <sub>E</sub>	f
	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	B <sub>E</sub>	f
<b>1,5-Naphthylendiisocyanat [3173-72-6]</b>				
<b>KanzKat: 3</b>				
1,5-Diaminonaphthalin	BLW	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIV.2	U	b
<b>Neurotoxische Esterase (neuropathy target esterase)-Hemmer</b>				
Reduktion der Aktivität der neuro- toxischen Esterase in Lymphozyten	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	B	b, c Bestimmung indivi- dueller Vor-Exposi- tionswerte

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Untersuchungs-material	Probenahme-zeitpunkt
<b>Nickel [7440-02-0] und seine Verbindungen</b>				
<b>KanzKat: 1</b>				
Nickel	BAR	3 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	c
<b>Nickel [7440-02-0] (Nickelmetall, -oxid, -carbonat, -sulfid, sulfidische Erze)</b>				
<b>KanzKat: 1</b>				
Nickel	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	c
<b>Nickel (leichtlösliche Nickelverbindungen wie Nickelacetat und vergleichbare lösliche Salze, Nickelchlorid, Nickelsulfat)</b>				
<b>KanzKat: 1</b>				
Nickel	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	U	c
<b>Nitrobenzol [98-95-3]</b>				
<b>Hautres: H      KanzKat: 4</b>				
Anilin (aus Hämoglobin-Konjugat freigesetzt)	BLW	100 µg/l vgl. Abschn. XIV.1	B <sub>E</sub>	f
<b>Parathion [56-38-2]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
p-Nitrophenol (nach Hydrolyse)	BAT	500 µg/l	U	c
Acetylcholinesterase	BAT	Reduktion der Aktivität auf 70 % des Bezugswertes Ableitung des BAT-Wertes als Höchstwert wegen akut toxischer Effekte	B <sub>E</sub>	c
<b>Pentachlorphenol [87-86-5]</b>				
<b>Hautres: H      KanzKat: 2</b>				
Pentachlorphenol	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	P/S	a
Pentachlorphenol (nach Hydrolyse)	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	U	a
<b>Perfluorooctansäure (PFOA) [335-67-1] und ihre Salze</b>				
<b>Hautres: H      KanzKat: 4</b>				
Perfluorooctansäure	BAT	5 mg/l	S	a
<b>Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) [1763-23-1] und ihre Salze</b>				
<b>Hautres: H      KanzKat: 3</b>				
Perfluorooctansulfonsäure	BAT	15 mg/l	S	a
<b>Phenol [108-95-2]</b>				
<b>Hautres: H      KanzKat: 3</b>				
Phenol (nach Hydrolyse)	BLW	200 mg/l vgl. Abschn. XIV.1	U	b
<b>Polychlorierte Biphenyle (PCB)</b>				
s. Chlorierte Biphenyle				
<b>Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)</b>				
<b>Hautres: H      vgl. Abschn. III „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“</b>				
3-Hydroxybenzo[a]pyren (nach Hydrolyse)	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	d
1-Hydroxypyren (nach Hydrolyse)	BAR	0,3 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b, c
<b>2-Propanol [67-63-0]</b>				
Aceton	BAT	25 mg/l	B	b
	BAT	25 mg/l	U	b
<b>2-Propenal (Acrolein) [107-02-8]</b>				
<b>KanzKat: 3</b>				
3-Hydroxypropylmercaptursäure	BAR	600 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b, c

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Unter- suchungs- material	Probe- nahme- zeitpunkt
<b>Pyrethrum [8003-34-7] und Pyrethroide (z.B. Allethrin, Cyfluthrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Permethrin, Phenothrin, Resmethrin, Tetramethrin)</b>				
trans-Chrysanthemdicarbonsäure, 4-Fluor-3-phenoxybenzoesäure, cis- und trans-3-(2,2-Dichlorvinyl)-2,2-dimethylcyclopropancarbonsäure oder cis-3-(2,2-Dibromvinyl)-2,2-dimethylcyclopropancarbonsäure (alle Parameter nach Hydrolyse)	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	U	b
<b>Quecksilber [7439-97-6] und seine anorganischen Verbindungen</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 3</b>			
Quecksilber	BAT	25 µg/g Kreatinin 30 µg/l Urin	U	a
<b>Quecksilberverbindungen, organische</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 3</b>			
Quecksilber	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	B	a
<b>Schwefelkohlenstoff [75-15-0]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 3</b>			
2-Thiothiazolidin-4-carboxylsäure (TTCA)	BAT	2 mg/g Kreatinin	U	b
<b>Selen [7782-49-2] und seine anorganischen Verbindungen</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 3</b>			
Selen	BAT	150 µg/l	S	a
	BAR	100 µg/l vgl. Abschn. XV.1	P/S	a
	BAR	30 µg/g Kreatinin vgl. Abschn. XV.1	U	c
<b>Styrol [100-42-5]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 5</b>			
Mandelsäure plus Phenylglyoxylsäure	BAT	600 mg/g Kreatinin	U	b, c
<b>Tetrachlorethen [127-18-4]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 3</b>			
Tetrachlorethen	BAT	200 µg/l	B	e 16 Stunden nach Expositionsende
	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	B	e 16 Stunden nach Expositionsende
<b>Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff) [56-23-5]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 4</b>			
Tetrachlormethan	BAT	3,5 µg/l	B	c
<b>Tetrahydrofuran [109-99-9]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 4</b>			
Tetrahydrofuran	BAT	2 mg/l	U	b
<b>o-Toluidin [95-53-4]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 1</b>			
o-Toluidin (nach Hydrolyse)	BAR	0,2 µg/l vgl. Abschn. XV.1 für Nichtraucher abgeleitet	U	b
<b>Toluol [108-88-3]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>Schw(BAT): C</b>			
Toluol	BAT	600 µg/l	B	g
	BAT	75 µg/l	U	b
o-Kresol (nach Hydrolyse)	BAT	1,5 mg/l	U	b, c

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Untersuchungs- material	Probe- nahme- zeitpunkt
<b>2,4-Toluyldiamin [95-80-7]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 2</b>			
2,4-Toluyldiamin (nach Hydrolyse)	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b
	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	U	b
<b>2,4-Toluyldiisocyanat [584-84-9]</b>				
			<b>Schw(BAT): C</b>	
Summe aus 2,4- und 2,6-TDA (nach Hydrolyse)	BAT	5 µg/g Kreatinin	U	b
2,4-Toluyldiamin (nach Hydrolyse)	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	U	b
<b>2,6-Toluyldiisocyanat [91-08-7]</b>				
			<b>Schw(BAT): C</b>	
Summe aus 2,4- und 2,6-TDA (nach Hydrolyse)	BAT	5 µg/g Kreatinin	U	b
<b>Toluyldiisocyanate, Gemisch [26471-62-5]</b>				
			<b>Schw(BAT): C</b>	
Summe aus 2,4- und 2,6-TDA (nach Hydrolyse)	BAT	5 µg/g Kreatinin	U	b
<b>Tri-n-butylphosphat [126-73-8]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 4</b>			
Di-n-butylphosphat	BAR	0,5 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b
<b>1,1,1-Trichlorethan (Methylchloroform) [71-55-6]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>Schw(BAT): C</b>			
1,1,1-Trichlorethan	BAT	275 µg/l	B	vor nachfolgender Schicht, nach mehreren vorangegangenen Schichten
<b>Trichlorethen [79-01-6]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 1</b>			
Trichloressigsäure	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b, c
	BAR	0,07 mg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b, c
<b>Trikresylphosphat, Summe aller o-Isomere [78-30-8]</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 3</b>			
Di-o-kresylphosphat	BAT	nicht festgelegt vgl. Abschn. XII.2	U	b
	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	U	b
<b>Trimethylbenzol (alle Isomere) [25551-13-7]: 1,2,3-Trimethylbenzol [526-73-8], 1,2,4-Trimethylbenzol [95-63-6], 1,3,5-Trimethylbenzol [108-67-8]</b>				
Dimethylbenzoesäuren (Summe aller Isomere nach Hydrolyse)	BAT	400 mg/g Kreatinin	U	b, c
<b>2,4,6-Trinitrotoluol [118-96-7] (und Isomere in technischen Gemischen)</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 2</b>			
4-Amino-2,6-dinitrotoluol (nach Hydrolyse)	BAR	< 1 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b
2-Amino-4,6-dinitrotoluol (nach Hydrolyse)	BAR	< 4 µg/l vgl. Abschn. XV.1	U	b
<b>Uran [7440-61-1] und seine schwer löslichen anorganischen Verbindungen</b>				
<b>Hautres: H</b>	<b>KanzKat: 2</b>			
Uran	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	U	a

Parameter	BW	Wert bzw. Korrelation	Unter- suchungs- material	Probe- nahme- zeitpunkt
<b>Uranverbindungen, lösliche anorganische</b>				
<b>Hautres: H</b>		<b>KanzKat: 3</b>		
Uran	BAR	nicht festgelegt vgl. Abschn. XV.2	U	a
<b>Vanadium [7440-62-2] und seine anorganischen Verbindungen</b>				
		<b>KanzKat: 2</b>		
Vanadium	EKA	vgl. Abschn. XIII.1	U	b, c
★ <b>Vinylchlorid [75-01-4]</b>				
		<b>KanzKat: 1</b>		
Thiodiglykolsäure	EKA	nicht festgelegt vgl. Abschn. XIII.2	U	c
	BAR	1,5 mg/l vgl. Abschn. XV.1	U	d
<b>Vitamin K-Antagonisten</b>				
Quick-Wert	BAT	Reduktion auf nicht weniger als 70 % Ableitung des BAT-Wertes als Höchstwert wegen akut toxischer Effekte	B	a
<b>Xylol (alle Isomere) [1330-20-7]</b>				
<b>Hautres: H</b>				
Methylhippursäuren (=Tolursäuren) (alle Isomere)	BAT	2000 mg/l	U	b

2 Für folgende Stoffe können aufgrund der Datenlage derzeit keine BAT-Werte abgeleitet werden; es liegen jedoch Dokumentationen in den „Arbeitsmedizinisch-toxikologischen Begründungen für BAT-Werte, EKA, BLW und BAR“<sup>49)</sup> vor:

Borsäure [10043-35-3] und Tetraborate  
 1-Ethoxy-2-propanol [1569-02-4]  
 1-Ethoxy-2-propylacetat [54839-24-6]  
 Ethylenglykoldinitrat [628-96-6]  
 Kresol (alle Isomere) [1319-77-3]: o-Kresol [95-48-7], m-Kresol [108-39-4], p-Kresol [106-44-5]  
 Kupfer [7440-50-8] und seine anorganischen Verbindungen  
 Mangan [7439-96-5] und seine anorganischen Verbindungen  
 Methämoglobin-Bildner  
 Methyl-tert-butylether [1634-04-4]  
 Methylformiat [107-31-3]  
 Molybdän [7439-98-7] und seine Verbindungen  
 Neurotoxische Esterase (neuropathy target esterase)-Hemmer  
 Pyrethrum [8003-34-7] und Pyrethroide (z. B. Allethrin, Cyfluthrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Permethrin, Phenothrin, Resmethrin, Tetramethrin)  
 Trikresylphosphat, Summe aller o-Isomere [78-30-8]

<sup>49)</sup> Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de/> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

### 3 Hinsichtlich der Schwangerschaftsgruppe geprüfte BAT-Werte:

#### 3.1 Arbeitsstoffe mit Korrelation zwischen MAK- und BAT-Wert:

★ Aceton [67-64-1]	Gruppe B, mit Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C
★ Blei [7439-92-1]	Gruppe A
Chlorbenzol [108-90-7]	Gruppe C
★ 1,4-Dichlorbenzol [106-46-7]	Gruppe C
★ N,N-Dimethylacetamid [127-19-5]	Gruppe C
N,N-Dimethylformamid [68-12-2]	Gruppe B, mit Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C
★ 1,4-Dioxan [123-91-1]	Gruppe C
Kohlenmonoxid [630-08-0]	Gruppe B
Methanol [67-56-1]	Gruppe C
Toluol [108-88-3]	Gruppe C
2,4-Toluyendiisocyanat [584-84-9]	Gruppe C
2,6-Toluyendiisocyanat [91-08-7]	Gruppe C
Toluyendiisocyanat, Gemisch [26471-62-5]	Gruppe C
1,1,1-Trichlorethan [71-55-6]	Gruppe C

#### 3.2 Arbeitsstoffe ohne Korrelation zwischen MAK- und BAT-Wert:

Chlorierte Biphenyle [53469-21-9]	Gruppe B, mit Hinweis auf Voraussetzung für Gruppe C
Lindan [58-89-9]	Gruppe C

### XIII. Krebserzeugende Arbeitsstoffe

Arbeitsstoffe, die als solche oder in Form ihrer reaktiven Zwischenprodukte oder Metaboliten beim Menschen Krebs erzeugen oder als krebserzeugend für den Menschen anzusehen sind (Kategorie 1 und 2 für krebserzeugende Arbeitsstoffe) oder die wegen erwiesener oder möglicher krebserzeugender Wirkung Anlass zur Besorgnis geben (Kategorie 3 für krebserzeugende Arbeitsstoffe), und für die kein MAK-Wert abgeleitet werden kann, werden nicht mit BAT-Werten belegt, da gegenwärtig kein als unbedenklich anzusehender biologischer Wert angegeben werden kann. Die Verwendung dieser Arbeitsstoffe hat daher unter den in Abschnitt III der MAK- und BAT-Werte-Liste dargestellten Bedingungen zu erfolgen. Krebserzeugende Arbeitsstoffe werden bei der Untersuchung biologischer Proben nicht unter der strengen Definition von BAT-Werten, sondern unter dem Blickwinkel arbeitsmedizinischer Erfahrungen zum Nachweis und zur Quantifizierung der individuellen Arbeitsstoffbelastung berücksichtigt. Stoff- bzw. Metabolitenkonzentrationen im biologischen Material, die höher liegen als es der Stoffkonzentration in der Arbeitsplatzluft entspricht, weisen auf zusätzliche, in der Regel perkutane Aufnahmen hin.

Vor diesem Hintergrund werden von der Kommission Beziehungen zwischen der Stoffkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz und der Stoff- bzw. Metabolitenkonzentration im biologischen Material (**Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe, EKA**) für krebserzeugende Arbeitsstoffe aufgestellt. Aus ihnen kann entnommen werden, welche innere Belastung sich bei ausschließlich inhalativer Stoffaufnahme ergeben würde.

Bei Stoffen mit perkutaner Aufnahme („H“ nach dem Stoffnamen = Gefahr durch Hautresorption) gelten sinngemäß die in Kapitel XI unter „Zusammenhänge zwischen BAT- und MAK-Werten“ gemachten Aussagen.

**1** Krebserzeugende/krebsverdächtige Arbeitsstoffe, für die Korrelationen (Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe, EKA) begründet werden können: (kursiv gedruckt: Äquivalenzwerte zur ERB (ERB = Expositions-Risiko-Beziehung für krebserzeugende Stoffe) gemäß „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen (TRGS 910)“)

#### Acrylamid [79-06-1] H

Luft Acrylamid [mg/m³]	Probenahmezeitpunkt: nach mindestens 3 Monaten Exposition  Erythrozytenfraktion des Vollblutes N-(2-Carbonamidethyl)valin [pmol/g Globin]
0,035	200
0,07	400
0,10	550
0,15	800
0,30	1600

**Acrylnitril [107-13-1] H**

Luft Acrylnitril [ml/m <sup>3</sup> ] [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: nach mindestens 3 Monaten Exposition  Erythrozytenfraktion des Vollblutes N-(2-Cyanoethyl)valin [pmol/g Globin]
0,12	0,26	650
0,23	0,5	1400
0,45	1	2450
1,2	2,6	6500
3	7	17000

**Alkalichromate (Cr(VI))**

Luft CrO <sub>3</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]	Probenahmezeitpunkt: bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten  Erythrozytenfraktion des Vollblutes* Chrom [µg/l Vollblut]	Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende  Urin**  Chrom [µg/l]
0,03	9	12
0,05	17	20
0,08	25	30
0,10	35	40

\* gilt **nicht** für Schweißrauch-Exposition  
\*\* gilt **auch** für Schweißrauch-Exposition

**Arsen [7440-38-2]** und anorganische Arsenverbindungen (mit Ausnahme von Arsenwasserstoff)

**H** (H-Markierung gilt nicht für Arsenmetall und Galliumarsenid)

Luft Arsen und anorganische Arsenverbindungen (mit Ausnahme von Arsenwasserstoff) [mg/m <sup>3</sup> ]	Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende; bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten  Urin Σ Arsen(+III), Arsen(+V), Monomethylarsensäure und Dimethylarsensäure  [µg/l]
0,001	15
0,005	30
0,01	50
0,05	90
0,10	130

**Benzol [71-43-2] H**

Luft Benzol		Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende		
		S-Phenyl- merkaptursäure [µg/g Kreatinin]	Urin trans, trans- Muconsäure [µg/g Kreatinin]	Benzol [µg/l]
[ml/m <sup>3</sup> ]	[mg/m <sup>3</sup> ]			
0,03	0,1	1,5*	–	0,5*
0,06	0,2	3*	–	0,8*
0,15	0,5	5	–	1,5
0,3	1,0	12	300	2,75
0,6	2,0	25	500	5,0
1,0	3,3	45	750	7,5
2,0	6,5	90	1200	12,5

\* ausschließlich Nichtraucher

**1-Brompropan [106-94-5] H**

Luft 1-Brompropan		Probenahmezeitpunkt: bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten
		Urin S(n-Propyl)merkaptursäure [mg/g Kreatinin]
[ml/m <sup>3</sup> ]	[mg/m <sup>3</sup> ]	
1	5	2,0
2	10	3,4
5	25	7,0
10	50	12,0
20	101	20,0

**1,3-Butadien [106-99-0]**

Luft 1,3-Butadien		Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende; bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten	
		Urin 3,4-Dihydroxybutyl- merkaptursäure * [µg/g Kreatinin]	Urin 2-Hydroxy-3-butenyl- merkaptursäure ** [µg/g Kreatinin]
[ml/m <sup>3</sup> ]	[mg/m <sup>3</sup> ]		
0,2	0,45	600	10
0,5	1,1	1000	20
1	2,3	1600	40
2	4,5	2900	80
3	6,8	4200	120

\* Synonym für N-Acetyl-S-(3,4-dihydroxybutyl)cystein  
 \*\* Synonym für N-Acetyl-S-(2-hydroxy-3-butenyl)cystein

**1-Chlor-2,3-epoxypropan (Epichlorhydrin) [106-89-8] H**

Luft 1-Chlor-2,3-epoxypropan [ml/m <sup>3</sup> ] [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende; bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten  Urin S-(3-Chlor-2-hydroxypropyl)mercaptursäure [mg/g Kreatinin]
0,06	0,23	0,80
0,13	0,5	1,75
0,26	1	3,5
0,6	2,3	8
2	8	28

**Cobalt [7440-48-4] und Cobaltverbindungen H**

Luft Cobalt [mg/m <sup>3</sup> ]	Probenahmezeitpunkt: bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten  Urin Cobalt [µg/l]
0,005	3
0,010	6
0,025	15
0,050	30
0,100	60
0,500	300

**Cyclohexanon [108-94-1] H**

Luft Cyclohexanon [ml/m <sup>3</sup> ] [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten  Urin 1,2-Cyclohexandiol (nach Hydrolyse) [mg/l]	Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende  Urin Cyclohexanol (nach Hydrolyse) [mg/l]
10	40	50	6
20	80	100	12
50	200	250	30

**1,4-Dichlorbenzol [106-46-7] H**

Luft 1,4-Dichlorbenzol [ml/m <sup>3</sup> ] [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende; bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten  Urin 2,5-Dichlorphenol (nach Hydrolyse) [mg/l]
2	12	10
5	30,5	20
10	61	30
20	122	60
30	183	90

**Dichlormethan [75-09-2] H**

Luft Dichlormethan [ml/m <sup>3</sup> ] [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: während der Exposition, mind. 2 Stunden nach Expositionsbeginn  Vollblut Dichlormethan [mg/l]
10	35	0,1
20	70	0,2
50	175	0,5
100	350	1

**Dimethylsulfat [77-78-1] H**

Luft Dimethylsulfat [ml/m <sup>3</sup> ] [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: nach mindestens 3 Monaten Exposition  Erythrozytenfraktion des Vollblutes N-Methylvalin [µg/l Vollblut]
0,002	0,01	10
0,006	0,03	13
0,01	0,05	17
0,04	0,20	40

**1,2-Epoxypropan [75-56-9]**

Luft 1,2-Epoxypropan [ml/m <sup>3</sup> ]      [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: nach mindestens 3 Monaten Exposition  Erythrozytenfraktion des Vollblutes N-(2-Hydroxypropyl)valin [pmol/g Globin]
0,5	1,2	600
1,0	2,4	1300
2,0	4,8	2600
2,5	6,0	3200

**Ethylbenzol [100-41-4] H**

Luft Ethylbenzol [ml/m <sup>3</sup> ]      [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende  Urin Mandelsäure plus Phenylglyoxylsäure [mg/g Kreatinin]
10	44	130
20	88	250
25	110	330
50	220	670
100	440	1300

**Ethylenoxid [75-21-8] H**

Luft Ethylenoxid [ml/m <sup>3</sup> ]      [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: nach mindestens 3 Monaten Exposition  Erythrozytenfraktion des Vollblutes Hydroxyethylvalin [µg/l Vollblut]
0,5	0,92	45
1	1,83	90
2	3,66	180

**Hydrazin [302-01-2] H**

Luft Hydrazin [ml/m <sup>3</sup> ]      [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende	
		Urin Hydrazin [µg/g Kreatinin]	Plasma Hydrazin [µg/l]
0,01	0,013	35	27
0,017	0,022	62	47
0,02	0,026	70	55
0,025	0,033	95	77
0,05	0,065	200	160
0,08	0,104	300	270
0,10	0,130	380	340

★ **Naphthalin [91-20-3] H**

Luft Naphthalin [ml/m <sup>3</sup> ]      [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende, bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten		
		Urin 1,2-Dihydroxynaphthalin (nach Hydrolyse) [µg/l]	Urin 1-Naphthylmercaptursäure [µg/l]	Urin (1+2)-Naphthol (nach Hydrolyse) [µg/l]
0,2	1	–	30	220
0,4	2	4000	60	500
0,9	5	13 500	175	1500
1,4	7,5	23 300	280	2300
1,9	10	34 200	390	3300

**Nickel [7440-02-0] (Nickelmetall, -oxid, -carbonat, -sulfid, sulfidische Erze)**

Luft Nickel [mg/m <sup>3</sup> ]	Probenahmezeitpunkt: bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten	
	Urin Nickel [µg/l]	
0,10	15	
0,30	30	
0,50	45	

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) H**

Luft Benzo[a]pyren [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Probenahmezeitpunkt: vor nachfolgender Schicht  Urin 3-Hydroxybenzo[a]pyren (nach Hydrolyse) [ng/g Kreatinin]
0,07	0,7
0,35	2
0,7	3,5
1,0	5
1,5	7

**Tetrachlorethen [127-18-4] H**

Luft Tetrachlorethen [ $\text{ml}/\text{m}^3$ ]      [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]	Probenahmezeitpunkt: 16 Stunden nach Expositionsende  Vollblut Tetrachlorethen [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]
3            21	60
10           69	200
20           138	400
30           206	600
50           344	1000

**2,4-Toluyldiamin [95-80-7] H**

Luft 2,4-Toluyldiamin [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]	Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende  Urin 2,4-Toluyldiamin (nach Hydrolyse) [ $\mu\text{g}/\text{g}$ Kreatinin]
0,0025	6
0,01	13
0,017	20
0,035	37
0,100*	100*

\* extrapolierte Werte

**Trichlorethen [79-01-6] H**

Luft Trichlorethen [ml/m <sup>3</sup> ] [mg/m <sup>3</sup> ]		Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende; bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten  Urin Trichloressigsäure [mg/l]
0,6	3,3	1,2
6	33	12
10	55	20
11	60	22
15	82	30
20	109	40
25	137	50

**Vanadium [7440-62-2] und seine anorganischen Verbindungen**

Luft Vanadium [mg/m <sup>3</sup> ]	Probenahmezeitpunkt: Expositionsende bzw. Schichtende; bei Langzeitexposition: am Schichtende nach mehreren vorangegangenen Schichten  Urin Vanadium [µg/g Kreatinin]
0,025	35
0,030	42
0,050	70
0,100	140

2 Krebs erzeugende/krebsverdächtige Arbeitsstoffe, für die Korrelationen (Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe, EKA) nicht oder nur unvollständig begründet werden können, aber Dokumentationen in den „Arbeitsmedizinisch-toxikologischen Begründungen für BAT-Werte, EKA, BLW und BAR“<sup>50)</sup> vorliegen:

- 4-Aminobiphenyl [92-67-1]
- Antimon [7440-36-0] und seine anorganischen Verbindungen einschließlich Antimonwasserstoff [7803-52-3]
- Benzidin [92-87-5]
- Beryllium [7440-41-7] und seine anorganischen Verbindungen
- Brommethan (Methylbromid) [74-83-9]
- ★ Ethylen [74-85-1]
- 2-Naphthylamin [91-59-8]
- Nickel (leichtlösliche Nickelverbindungen wie Nickelacetat und vergleichbare lösliche Salze, Nickelchlorid, Nickelsulfat)
- Pentachlorphenol [87-86-5]
- Quecksilberverbindungen, organische
- ★ Vinylchlorid [75-01-4]

<sup>50)</sup> Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de/> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

## XIV. Biologische Leitwerte

Der BLW (**B**iologischer **L**eit-**W**ert) ist die Quantität eines Arbeitsstoffes bzw. Arbeitsstoffmetaboliten oder die dadurch ausgelöste Abweichung eines biologischen Indikators von seiner Norm beim Menschen, die als Anhalt für die zu treffenden Schutzmaßnahmen heranzuziehen ist. Biologische Leitwerte werden nur für solche gefährlichen Stoffe benannt, für die keine arbeitsmedizinisch-toxikologisch begründeten Biologischen Arbeitsstofftoleranzwerte (BAT-Werte) aufgestellt werden können (z. B. für krebserzeugende bzw. krebserverdächtige Stoffe der Kategorien 1 bis 3 und für nicht krebserzeugende Stoffe, bei denen die vorliegenden Daten für die Ableitung eines BAT-Wertes nicht ausreichen).

Für den Biologischen Leitwert wird in der Regel eine Arbeitsstoffbelastung von maximal 8 Stunden täglich und 40 Stunden wöchentlich über die Lebensarbeitszeit zugrunde gelegt.

Der Biologische Leitwert orientiert sich an den arbeitsmedizinischen und arbeitshygienischen Erfahrungen im Umgang mit dem gefährlichen Stoff unter Heranziehung toxikologischer Erkenntnisse. Da bei Einhaltung des Biologischen Leitwertes das Risiko einer Beeinträchtigung der Gesundheit nicht auszuschließen ist, ist anzustreben, die Kenntnisse der Grundlagen über die Zusammenhänge zwischen der äußeren Belastung, der inneren Belastung und den resultierenden Gesundheitsrisiken zu verbreitern, um auf diese Weise u. U. BAT-Werte herleiten zu können. Hierbei stellen Biologische Leitwerte insofern eine Hilfe dar, als sie eine wichtige Grundlage dafür bieten, dass der Arzt ein Biomonitoring überhaupt einsetzen kann. Durch fortgesetzte Verbesserung der technischen Gegebenheiten und der technischen, arbeitshygienischen und arbeitsorganisatorischen Schutzmaßnahmen sind Konzentrationen anzustreben, die möglichst weit unterhalb des Biologischen Leitwertes liegen.

### 1 Stoffe, für die BLW abgeleitet werden können:

Acrylamid [79-06-1]

Anilin [62-53-3]

Arsen [7440-38-2] und anorganische Arsenverbindungen mit Ausnahme von Arsenwasserstoff

Bisphenol A (4,4'-Isopropylidendiphenol) [80-05-7]

Brommethan (Methylbromid) [74-83-9]

Cobalt [7440-48-4] und Cobaltverbindungen

Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) [117-81-7]

Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (MDI) [101-68-8] (einatembare Fraktion)

Nitrobenzol [98-95-3]

Phenol [108-95-2]

2 Für folgende Stoffe können aufgrund der Datenlage derzeit keine BLW abgeleitet werden; es liegen jedoch Dokumentationen in den „Arbeitsmedizinisch-toxikologischen Begründungen für BAT-Werte, EKA, BLW und BAR“<sup>51)</sup> vor:

4-Aminobiphenyl [92-67-1]

Cadmium [7440-43-9] und seine anorganischen Verbindungen

4,4'-Diaminodiphenylmethan [101-77-9]

Glycerintrinitrat [55-63-0]

Kresol (alle Isomere) [1319-77-3]: o-Kresol [95-48-7], m-Kresol [108-39-4], p-Kresol [106-44-5]

1,5-Naphthylendiisocyanat [3173-72-6]

---

<sup>51)</sup> Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de/> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

## XV. Biologische Arbeitsstoff-Referenzwerte

**Biologische Arbeitsstoff-Referenzwerte (BAR)** beschreiben die zu einem bestimmten Zeitpunkt in einer Referenzpopulation aus nicht beruflich gegenüber dem Arbeitsstoff exponierten Personen im erwerbsfähigen Alter bestehende Hintergrundbelastung mit diesem Arbeitsstoff. Sie orientieren sich am 95. Perzentil, ohne Bezug zu nehmen auf gesundheitliche Effekte. Zu berücksichtigen ist, dass der Referenzwert der Hintergrundbelastung u. a. von Alter, Geschlecht, Sozialstatus, Wohnumfeld, Lebensstilfaktoren und der geografischen Region beeinflusst sein kann.

Der Referenzwert für einen Arbeitsstoff oder dessen Metaboliten im biologischen Material wird mit Hilfe der Messwerte einer Stichprobe aus einer definierten Bevölkerungsgruppe abgeleitet.

Durch den Vergleich von Biomonitoring-Messwerten bei beruflich Exponierten mit den Biologischen Arbeitsstoff-Referenzwerten kann das Ausmaß einer beruflichen Exposition erfasst werden.

1 Stoffe, für die BAR abgeleitet werden können:

- ★ Aceton [67-64-1]
- Acrylamid [79-06-1]
- Acrylnitril [107-13-1]
- Aluminium [7429-90-5]
- 4-Aminobiphenyl [92-67-1]
- Antimon [7440-36-0] und seine anorganischen Verbindungen einschließlich Antimonwasserstoff [7803-52-3]
- Arsen [7440-38-2] und anorganische Arsenverbindungen mit Ausnahme von Arsenwasserstoff
- Bariumverbindungen, löslich (als Ba [7440-39-3] berechnet)
- Benzol [71-43-2]
- Beryllium [7440-41-7] und seine anorganischen Verbindungen
- Bisphenol S [80-09-1]
- Blei [7439-92-1] und seine Verbindungen (außer Bleiarsenat, Bleichromat und Alkylbleiverbindungen)
- 1,3-Butadien [106-99-0]
- Cadmium [7440-43-9] und seine anorganischen Verbindungen
- Chlorierte Biphenyle [53469-21-9]
- Chloropren [126-99-8]
- Chrom [7440-47-3] und seine Verbindungen
- Cobalt [7440-48-4] und Cobaltverbindungen
- 4,4'-Diaminodiphenylmethan [101-77-9]
- 1,4-Dichlorbenzol [106-46-7]
- 1,2-Epoxypropan [75-56-9]
- ★ Ethylenoxid [75-21-8]
- Glycidol [556-52-5]
- Lithium [7439-93-2]
- Mangan [7439-96-5] und seine anorganischen Verbindungen
- 4,4'-Methylenbis(2-chloranilin) (MOCA) [101-14-4]

Molybdän [7439-98-7] und seine Verbindungen  
Naphthalin [91-20-3]  
Nickel [7440-02-0] und seine Verbindungen  
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)  
2-Propenal (Acrolein) [107-02-8]  
Selen [7782-49-2] und seine anorganischen Verbindungen  
o-Toluidin [95-53-4]  
Tri-n-butylphosphat [126-73-8]  
Trichlorethen [79-01-6]  
2,4,6-Trinitrotoluol [118-96-7] (und Isomere in technischen Gemischen)  
Vinylchlorid [75-01-4]

2 Für folgende Stoffe können aufgrund der Datenlage derzeit keine BAR abgeleitet werden; es liegen jedoch Dokumentationen in den „Arbeitsmedizinisch-toxikologischen Begründungen für BAT-Werte, EKA, BLW und BAR“<sup>52)</sup> vor:

Benzidin [92-87-5]  
1,2-Dichlorpropan [78-87-5]  
Gadolinium [7440-54-2]  
Iod [7553-56-2] und anorganische Iodide  
Kupfer [7440-50-8] und seine anorganischen Verbindungen  
2-Naphthylamin [91-59-8]  
2,4-Tolylendiamin [95-80-7]  
2,4-Tolylendiisocyanat [584-84-9]  
Trikesylphosphat, Summe aller o-Isomere [78-30-8]  
Uran [7440-61-1] und seine schwer löslichen anorganischen Verbindungen  
Uranverbindungen, lösliche anorganische

---

<sup>52)</sup> Online verfügbar unter <https://mak-dfg.publisso.de/> bzw. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> (bis 2019).

**Register**

CAS-Nummern der Stoffe aus den Abschnitten II bis XV und der Ankündigungsliste

CAS-Nummer	Stoff
50-00-0	Formaldehyd
50-29-3	DDT (1,1,1-Trichlor-2,2-bis(4-chlorphenyl)-ethan)
50-32-8	Benzo[a]pyren
50-53-3	2-Chlor-10-(3-(dimethylamino)propyl)phenothiazin (Chlorpromazin)
51-75-2	N-Methyl-bis(2-chlorethyl)amin
51-79-6	Ethylcarbamat
52-51-7	2-Brom-2-nitropropan-1,3-diol
53-70-3	Dibenzo[a,h]anthracen
54-11-5	Nikotin
54-64-8	Thiomersal
55-18-5	N-Nitrosodiethylamin
55-38-9	Fenthion
55-63-0	Glycerintrinitrat
56-23-5	Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff)
56-38-2	Parathion
56-55-3	Benzo[a]anthracen
56-81-5	Glycerin
57-10-3	Palmitinsäure
57-11-4	Stearinsäure
57-12-5	Cyanide
57-14-7	1,1-Dimethylhydrazin
57-24-9	Strychnin
57-55-6	Propylenglykol
57-57-8	$\beta$ -Propiolacton
57-74-9	Chlordan
58-89-9	Lindan ( $\gamma$ -1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan)
59-50-7	p-Chlor-m-kresol
59-89-2	N-Nitrosomorpholin
60-00-4	Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA)
60-09-3	p-Aminoazobenzol
60-12-8	2-Phenyl-1-ethanol
60-29-7	Diethylether
60-34-4	Monomethylhydrazin
60-35-5	Acetamid
60-57-1	Dieldrin (HEOD)
61-82-5	Amitrol
62-23-7	4-Nitrobenzoesäure
62-53-3	Anilin
62-56-6	Thioharnstoff
62-73-7	Dichlorvos
62-74-8	Natriumfluoracetat
62-75-9	N-Nitrosodimethylamin
63-25-2	Carbaryl
64-17-5	Ethanol
64-18-6	Ameisensäure
64-19-7	Essigsäure
64-67-5	Diethylsulfat
65-85-0	Benzoesäure
67-56-1	Methanol
67-63-0	2-Propanol
67-64-1	Aceton

CAS-Nummer	Stoff
67-66-3	Chloroform
67-68-5	Dimethylsulfoxid
67-72-1	Hexachlorethan
68-11-1	Thioglykolsäure
68-12-2	N,N-Dimethylformamid
71-36-3	1-Butanol
71-41-0	Pentanol (Isomere): 1-Pentanol
71-43-2	Benzol
71-55-6	1,1,1-Trichlorethan
72-20-8	Endrin
72-43-5	Methoxychlor (DMDT)
74-11-3	Chlorbenzoesäure (alle Isomere): p-Chlorbenzoesäure
74-31-7	N,N'-Diphenyl-p-phenylendiamin
74-83-9	Brommethan
74-85-1	Ethylen
74-87-3	Chlormethan
74-88-4	Iodmethan
74-89-5	Methylamin
74-90-8	Cyanwasserstoff
74-93-1	Methanthiol
74-96-4	Bromethan
74-97-5	Bromchlormethan
74-98-6	Propan
74-99-7	Methylacetylen
75-00-3	Chlorethan
75-01-4	Vinylchlorid
75-04-7	Ethylamin
75-05-8	Acetonitril
75-07-0	Acetaldehyd
75-08-1	Ethanthiol
75-09-2	Dichlormethan
75-12-7	Formamid
75-15-0	Schwefelkohlenstoff
75-18-3	Dimethylsulfid
75-21-8	Ethylenoxid
75-25-2	Tribrommethan
75-27-4	Bromdichlormethan
75-28-5	Butan (beide Isomere): Isobutan
75-31-0	2-Aminopropan
75-34-3	1,1-Dichlorethan
75-35-4	1,1-Dichlorethen
75-38-7	1,1-Difluorethen (R 1132a)
75-43-4	Dichlorfluormethan (R 21)
75-44-5	Phosgen
75-45-6	Monochlordifluormethan (R 22)
75-50-3	Trimethylamin
75-52-5	Nitromethan
75-55-8	Propylenimin
75-56-9	1,2-Epoxypropan
75-61-6	Dibromdifluormethan
75-63-8	Bromtrifluormethan (R13 B1)
75-64-9	tert-Butylamin
75-65-0	tert-Butanol
75-66-1	2-Methyl-2-propanthiol
75-68-3	1-Chlor-1,1-difluorethan (R 142 b)
75-69-4	Trichlorfluormethan (R 11)

CAS-Nummer	Stoff
75-71-8	Dichlordifluormethan (R 12)
75-72-9	Chlortrifluormethan
75-74-1	Bleitetramethyl
75-83-2	Hexan (alle Isomere außer n-Hexan) und Methylcyclopentan: 2,2-Dimethylbutan
75-84-3	Pentanol (Isomere): 2,2-Dimethyl-1-propanol
75-85-4	Pentanol (Isomere): 2-Methyl-2-butanol
75-91-2	tert-Butylhydroperoxid
75-99-0	2,2-Dichlorpropionsäure
76-01-7	Pentachlorethan
76-03-9	Trichloressigsäure
76-06-2	Trichlormitromethan
76-11-9	1,1,1,2-Tetrachlor-2,2-difluorethan (R 112a)
76-12-0	1,1,2,2-Tetrachlor-1,2-difluorethan (R 112)
76-13-1	1,1,2-Trichlor-1,2,2-trifluorethan (R 113)
76-14-2	1,2-Dichlor-1,1,2,2-tetrafluorethan (R 114)
76-22-2	Kampfer
76-44-8	Heptachlor
77-47-4	Hexachlorcyclopentadien
77-73-6	Dicyclopentadien
77-78-1	Dimethylsulfat
77-92-9	Zitronensäure
78-00-2	Bleitetraethyl
78-10-4	Tetraethylsilicat
78-18-2	1-Hydroxy-1'-hydroperoxydicyclohexylperoxid
78-30-8	Trikresylphosphat, Summe aller o-Isomere
78-32-0	Trikresylphosphat, Isomere, „frei von o-Isomeren“
78-59-1	3,5,5-Trimethyl-2-cyclohexen-1-on
78-78-4	Pentan (alle Isomere): Isopentan
78-79-5	Isopren (2-Methyl-1,3-butadien)
78-81-9	Isobutylamin
78-83-1	Isobutanol
78-87-5	1,2-Dichlorpropan
78-92-2	2-Butanol
78-93-3	2-Butanon
78-94-4	Methylvinylketon
78-96-6	1-Aminopropan-2-ol
79-00-5	1,1,2-Trichlorethan
79-01-6	Trichlorethen
79-04-9	Chloracetylchlorid
79-06-1	Acrylamid
79-07-2	2-Chloracetamid
79-09-4	Propionsäure
79-10-7	Acrylsäure
79-11-8	Monochloressigsäure
79-20-9	Methylacetat
79-21-0	Peroxyessigsäure
79-22-1	Chlorameisensäuremethylester
79-24-3	Nitroethan
79-27-6	1,1,2,2-Tetrabromethan
79-29-8	Hexan (alle Isomere außer n-Hexan) und Methylcyclopentan: 2,3-Dimethylbutan
79-34-5	1,1,2,2-Tetrachlorethan
79-41-4	Methacrylsäure
79-43-6	Dichloressigsäure
79-44-7	Dimethylcarbaminsäurechlorid
79-46-9	2-Nitropropan
79-94-7	Tetrabrombisphenol A (Ankündigungsliste)

CAS-Nummer	Stoff
80-05-7	Bisphenol A
80-09-1	Bisphenol S
80-15-9	$\alpha,\alpha$ -Dimethylbenzylhydroperoxid
80-62-6	Methylmethacrylat
81-81-2	Warfarin
81-84-5	Naphthalsäureanhydrid
83-79-4	Rotenon
84-74-2	Di-n-butylphthalat
85-01-8	Phenanthren
85-42-7	Hexahydrophthalsäureanhydrid
85-44-9	Phthalsäureanhydrid
85-68-7	Benzylbutylphthalat
86-30-6	N-Nitrosodiphenylamin
86-50-0	Azinphos-methyl
86-57-7	1-Nitronaphthalin
86-88-4	ANTU
87-59-2	Xylidin (Isomere): 2,3-Xylidin
87-61-6	1,2,3-Trichlorbenzol
87-62-7	2,6-Xylidin
87-68-3	Hexachlor-1,3-butadien
87-69-4	Weinsäure
87-86-5	Pentachlorphenol
88-10-8	Diethylcarbamidsäurechlorid
88-12-0	N-Vinyl-2-pyrrolidon
88-72-2	2-Nitrotoluol
88-73-3	1-Chlor-2-nitrobenzol
88-88-0	Pikrylchlorid
88-89-1	2,4,6-Trinitrophenol
88-99-3	o-Phthalsäure
90-04-0	2-Methoxyanilin (o-Anisidin)
90-30-2	N-Phenyl-1-naphthylamin
90-43-7	o-Phenylphenol
90-66-4	2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol)
90-94-8	Michlers Keton
91-08-7	Toluylendiisocyanat: 2,6-Toluylendiisocyanat
91-17-8	Decahydronaphthalin
91-20-3	Naphthalin
91-23-6	2-Nitroanisol
91-29-2	4-Nitro-4'-aminodiphenylamin-2-sulfonsäure
91-59-8	2-Naphthylamin
91-94-1	3,3'-Dichlorbenzidin
91-95-2	3,3'-Diaminobenzidin und sein Tetrahydrochlorid
92-52-4	Biphenyl
92-67-1	4-Aminobiphenyl
92-70-6	3-Hydroxy-2-naphthalincarbonsäure
92-84-2	Phenothiazin
92-87-5	Benzidin
92-93-3	4-Nitrobiphenyl
93-76-5	2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure (2,4,5-T)
94-36-0	Dibenzoylperoxid
94-37-1	Dipentamethylthiuramdisulfid
94-75-7	2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)
94-96-2	2-Ethylhexandiol-1,3
95-14-7	Benzotriazol
95-33-0	N-Cyclohexyl-2-benzothiazolsulfenamid
95-48-7	Kresol (alle Isomere): o-Kresol

CAS-Nummer	Stoff
95-50-1	1,2-Dichlorbenzol
95-51-2	o-Chloranilin
95-53-4	o-Toluidin
95-54-5	o-Phenylendiamin
95-63-6	Trimethylbenzol (alle Isomere): 1,2,4-Trimethylbenzol
95-64-7	Xylidin (Isomere): 3,4-Xylidin
95-68-1	2,4-Xylidin
95-69-2	4-Chlor-o-toluidin
95-70-5	2,5-Toluylendiamin
95-76-1	3,4-Dichloranilin
95-78-3	Xylidin (Isomere): 2,5-Xylidin
95-79-4	5-Chlor-o-toluidin
95-80-7	2,4-Toluylendiamin
95-95-4	2,4,5-Trichlorphenol
96-12-8	1,2-Dibrom-3-chlorpropan
96-14-0	Hexan (alle Isomere außer n-Hexan) und Methylcyclopentan: 3-Methylpentan
96-18-4	1,2,3-Trichlorpropan
96-20-8	2-Aminobutanol
96-23-1	1,3-Dichlor-2-propanol
96-24-2	3-Chlor-1,2-propandiol
96-29-7	Butanonoxim
96-33-3	Methylacrylat
96-34-4	Chloressigsäuremethylester
96-37-7	Hexan (alle Isomere außer n-Hexan) und Methylcyclopentan: Methylcyclopentan
96-45-7	Ethylenthioharnstoff (Imidazolidin-2-thion)
96-48-0	$\gamma$ -Butyrolacton
97-00-7	1-Chlor-2,4-dinitrobenzol
97-18-7	Bithionol
97-53-0	Eugenol
97-54-1	Isoeugenol
97-56-3	o-Aminoazotoluol
97-63-2	Ethylmethacrylat
97-77-8	Disulfiram
97-88-1	n-Butylmethacrylat
97-90-5	Ethylenglykoldimethacrylat
98-00-0	Furfurylalkohol
98-01-1	2-Furylmethanal
98-07-7	$\alpha,\alpha,\alpha$ -Trichlortoluol
98-29-3	p-tert-Butylbrenzkatechin
98-51-1	p-tert-Butyltoluol
98-54-4	p-tert-Butylphenol (ptBP)
98-73-7	p-tert-Butylbenzoesäure
98-82-8	Isopropylbenzol (Cumol)
98-83-9	2-Phenylpropen
98-87-3	$\alpha,\alpha$ -Dichlortoluol
98-88-4	Benzoylchlorid
98-95-3	Nitrobenzol
99-08-1	3-Nitrotoluol
99-54-7	1,2-Dichlor-4-nitrobenzol
99-55-8	2-Amino-4-nitrotoluol
99-65-0	Dinitrobenzol (alle Isomere): 1,3-Dinitrobenzol
99-97-8	N,N-Dimethyl-p-toluidin
99-99-0	4-Nitrotoluol
100-00-5	1-Chlor-4-nitrobenzol
100-01-6	4-Nitroanilin
100-21-0	p-Phthalsäure

CAS-Nummer	Stoff
100-25-4	Dinitrobenzol (alle Isomere): 1,4-Dinitrobenzol
100-37-8	2-Diethylaminoethanol
100-40-3	Vinylcyclohexen
100-41-4	Ethylbenzol
100-42-5	Styrol
100-44-7	$\alpha$ -Chlortoluol
100-51-6	Benzylalkohol
100-52-7	Benzaldehyd
100-61-8	N-Methylanilin
100-63-0	Phenylhydrazin
100-74-3	N-Ethylmorpholin
100-75-4	N-Nitrosopiperidin
100-97-0	Hexamethylentetramin
101-14-4	4,4'-Methylenbis(2-chloranilin) (MOCA)
101-54-2	4-Aminodiphenylamin
101-61-1	4,4'-Methylenbis(N,N-dimethylanilin)
101-67-7	4,4'-Dioctyldiphenylamin
101-68-8	Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (MDI)
101-72-4	N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin
101-77-9	4,4'-Diaminodiphenylmethan
101-80-4	4,4'-Oxydianilin
101-83-7	Dicyclohexylamin
101-84-8	Diphenylether
101-87-1	N-Cyclohexyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin
101-90-6	Diglycidylresorcinether
102-71-6	Triethanolamin
102-77-2	Morpholinylmercaptobenzothiazol
102-82-9	Tri-n-butylamin
103-09-3	2-Ethylhexylacetat
103-11-7	2-Ethylhexylacrylat
103-71-9	Phenylisocyanat
104-12-1	4-Chlorphenylisocyanat
104-51-8	n-Butylbenzol
104-54-1	Zimtalkohol
104-55-2	Zimtaldehyd
104-76-7	2-Ethylhexanol
104-91-6	4-Nitrosophenol
104-94-9	4-Methoxyanilin
105-46-4	2-Butylacetat
105-59-9	Methyl-diethanolamin
105-60-2	$\epsilon$ -Caprolactam
105-74-8	Dilauroylperoxid
106-14-9	12-Hydroxystearinsäure
106-24-1	Geraniol
106-35-4	Heptan-3-on
106-44-5	Kresol (alle Isomere): p-Kresol
106-46-7	1,4-Dichlorbenzol
106-47-8	p-Chloranilin
106-49-0	p-Toluidin
106-50-3	p-Phenylendiamin
106-51-4	1,4-Benzochinon
106-65-0	Bernsteinsäuredimethylester
106-87-6	4-Vinyl-1,2-cyclohexendiepoxyd
106-88-7	1,2-Epoxybutan
106-89-8	1-Chlor-2,3-epoxypropan
106-91-2	Glycidylmethacrylat

CAS-Nummer	Stoff
106-92-3	1-Allyloxy-2,3-epoxypropan
106-93-4	1,2-Dibromethan
106-94-5	1-Brompropan
106-97-8	Butan (beide Isomere): n-Butan
106-99-0	1,3-Butadien
107-02-8	2-Propenal
107-05-1	3-Chlorpropen
107-06-2	1,2-Dichlorethan
107-07-3	2-Chlorethanol
107-13-1	Acrylnitril
107-15-3	1,2-Diaminoethan
107-18-6	2-Propen-1-ol
107-19-7	Propargylalkohol
107-20-0	Chloracetaldehyd
107-21-1	Ethylenglykol
107-22-2	Glyoxal
107-25-5	Methylvinylether
107-30-2	Monochlordimethylether
107-31-3	Methylformiat
107-41-5	Hexylenglykol
107-49-3	TEPP (Tetraethylpyrophosphat)
107-66-4	Di-n-butylphosphat
107-71-1	tert-Butylperacetat
107-75-5	Hydroxycitronellal
107-83-5	Hexan (alle Isomere außer n-Hexan) und Methylcyclopentan: 2-Methylpentan
107-87-9	Pentan-2-on
107-98-2	1-Methoxypropanol-2
108-03-2	1-Nitropropan
108-05-4	Vinylacetat
108-10-1	4-Methylpentan-2-on
108-11-2	4-Methylpentan-2-ol
108-20-3	Diisopropylether
108-21-4	Propylacetate: Isopropylacetat
108-22-5	Essigsäureisopropenylester
108-24-7	Essigsäureanhydrid
108-31-6	Maleinsäureanhydrid
108-32-7	4-Methyl-1,3-dioxolan-2-on
108-39-4	Kresol (alle Isomere): m-Kresol
108-42-9	m-Chloranilin
108-45-2	m-Phenylendiamin
108-46-3	Resorcin
108-65-6	1-Methoxypropylacetat-2
108-67-8	Trimethylbenzol (alle Isomere): 1,3,5-Trimethylbenzol
108-69-0	Xylidin (Isomere): 3,5-Xylidin
108-70-3	1,3,5-Trichlorbenzol
108-77-0	Cyanurchlorid
108-83-8	2,6-Dimethylheptan-4-on
108-84-9	1,3-Dimethylbutylacetat
108-87-2	Methylcyclohexan
108-88-3	Toluol
108-90-7	Chlorbenzol
108-91-8	Cyclohexylamin
108-93-0	Cyclohexanol
108-94-1	Cyclohexanon
108-95-2	Phenol
109-16-0	Triethylglykoldimethacrylat

CAS-Nummer	Stoff
109-17-1	Tetraethylglykoldimethacrylat
109-53-5	Isobutylvinylether
109-59-1	2-Isopropoxyethanol
109-60-4	Propylacetate: n-Propylacetat
109-66-0	Pentan (alle Isomere): n-Pentan
109-73-9	n-Butylamin
109-79-5	1-Butanthiol
109-86-4	2-Methoxyethanol
109-87-5	Dimethoxymethan
109-89-7	Diethylamin
109-92-2	Ethylvinylether
109-94-4	Ethylformiat
109-99-9	Tetrahydrofuran
110-00-9	Furan
110-01-0	Tetrahydrothiophen (THT)
110-05-4	Di-tert-butylperoxid
110-12-3	5-Methylhexan-2-on
110-15-6	Bernsteinsäure
110-19-0	Isobutylacetat
110-22-5	Diacetylperoxid
110-25-8	Oleylsarkosin
110-49-6	2-Methoxyethylacetat
110-54-3	n-Hexan
110-65-6	2-Butin-1,4-diol
110-80-5	2-Ethoxyethanol
110-82-7	Cyclohexan
110-83-8	Cyclohexen
110-85-0	Piperazin
110-86-1	Pyridin
110-91-8	Morpholin
110-94-1	Glutarsäure
111-15-9	2-Ethoxyethylacetat
111-20-6	Sebacinsäure
111-27-3	1-Hexanol
111-30-8	Glutardialdehyd
111-40-0	Diethylentriamin
111-42-2	Diethanolamin
111-44-4	2,2'-Dichlordiethylether
111-46-6	Diethylenglykol
111-76-2	2-Butoxyethanol
111-77-3	Diethylenglykolmonomethylether (Ankündigungsliste)
111-87-5	1-Octanol
111-90-0	Ethyl diglykol
111-96-6	Diethylenglykoldimethylether
112-07-2	2-Butoxyethylacetat
112-24-3	Triethylentetramin
112-27-6	Triethylenglykol
112-30-1	1-Decanol
112-34-5	Butyl diglykol
112-35-6	Triethylenglykolmonomethylether
112-53-8	1-Dodecanol
112-72-1	1-Tetradecanol
112-80-1	Ölsäure
112-85-6	Behensäure
112-92-5	1-Octadecanol
114-26-1	Propoxur

CAS-Nummer	Stoff
115-10-6	Dimethylether
115-70-8	2-Amino-2-ethyl-1,3-propandiol
115-86-6	Triphenylphosphat
116-14-3	Tetrafluorethen
117-81-7	Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)
118-48-9	N-Carboxyanthranilsäureanhydrid
118-74-1	Hexachlorbenzol
118-79-6	2,4,6-Tribromphenol
118-82-1	4,4'-Methylenbis(2,6-di-tert-butylphenol)
118-91-2	Chlorbenzoesäure (alle Isomere): o-Chlorbenzoesäure
118-96-7	2,4,6-Trinitrotoluol
119-06-2	Ditridecylphthalat
119-34-6	2-Nitro-4-aminophenol
119-61-9	Benzophenon (Ankündigungsliste)
119-64-2	Tetrahydronaphthalin
119-90-4	3,3'-Dimethoxybenzidin
119-93-7	3,3'-Dimethylbenzidin
120-71-8	p-Kresidin
120-78-5	Dibenzothiazyldisulfid
120-82-1	1,2,4-Trichlorbenzol
121-44-8	Triethylamin
121-45-9	Trimethylphosphit
121-69-7	N,N-Dimethylanilin
121-73-3	1-Chlor-3-nitrobenzol
121-75-5	Malathion
121-91-5	m-Phthalsäure
121-92-6	3-Nitrobenzoesäure
122-39-4	Diphenylamin
122-40-7	$\alpha$ -Amylzimtaldehyd
122-60-1	Phenylglycidylether
122-66-7	Hydrazobenzol
122-99-6	2-Phenoxyethanol
123-30-8	4-Aminophenol
123-31-9	1,4-Dihydroxybenzol
123-42-2	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on
123-51-3	Pentanol (Isomere): 3-Methyl-1-butanol
123-54-6	Acetylaceton
123-73-9	2-Butenal
123-75-1	Pyrrolidin
123-77-3	Azodicarbonamid
123-86-4	1-Butylacetat
123-91-1	1,4-Dioxan
123-92-2	Pentylacetat (alle Isomere): 3-Methylbutylacetat
123-99-9	Azelainsäure
124-04-9	Adipinsäure
124-17-4	Butyldiglykolacetat
124-38-9	Kohlendioxid
124-40-3	Dimethylamin
124-68-5	2-Amino-2-methyl-1-propanol
126-11-4	2-Hydroxymethyl-2-nitropropan-1,3-diol
126-71-6	Triisobutylphosphat
126-73-8	Tri-n-butylphosphat
126-99-8	Chloropren
127-18-4	Tetrachlorethen
127-19-5	N,N-Dimethylacetamid
127-20-8	2,2-Dichlorpropionsäure, Natriumsalz

CAS-Nummer	Stoff
128-37-0	Butylhydroxytoluol (BHT)
128-39-2	2,6-Di-tert-butylphenol
129-00-0	Pyren
129-16-8	Merbromin
129-79-3	2,4,7-Trinitrofluorenon
131-17-9	Diallylphthalat
131-57-7	Benzophenon-3
132-27-4	o-Phenylphenol-Natrium
132-32-1	3-Amino-9-ethylcarbazol
135-01-3	Diethylbenzol: 1,2-Diethylbenzol
135-88-6	N-Phenyl-2-naphthylamin
137-05-3	Cyanacrylsäuremethylester
137-17-7	2,4,5-Trimethylanilin
137-26-8	Thiram
137-30-4	Ziram
137-32-6	Pentanol (Isomere): 2-Methyl-1-butanol
138-86-3	D,L-Limonen
139-13-9	Nitrilotriessigsäure
139-65-1	4,4'-Thiodianilin
140-66-9	4-tert-Octylphenol
140-88-5	Ethylacrylat
140-95-4	1,3-Bis(hydroxymethyl)harnstoff
141-32-2	n-Butylacrylat
141-43-5	2-Aminoethanol
141-78-6	Ethylacetat
141-79-7	4-Methyl-3-penten-2-on
141-97-9	Acetessigsäureethylester
142-82-5	n-Heptan
143-07-7	Laurinsäure
143-22-6	Triethylenglykol-n-butylether
143-28-2	(Z)-9-Octadecen-1-ol
143-33-9	Natriumcyanid
143-50-0	Chlordecon
148-18-5	Natriumdiethyldithiocarbamat
148-79-8	Thiabenzazol
149-30-4	2-Mercaptobenzothiazol
149-57-5	2-Ethylhexansäure
150-60-7	Dibenzyldisulfid
151-50-8	Kaliumcyanid
151-56-4	Ethylenimin
151-67-7	2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluoethan
156-62-7	Calciumcyanamid
189-55-9	Dibenzo[a,i]pyren
189-64-0	Dibenzo[a,h]pyren
191-26-4	Anthanthren
191-30-0	Dibenzo[a,l]pyren
192-65-4	Dibenzo[a,e]pyren
193-39-5	Indeno[1,2,3-cd]pyren
205-82-3	Benzo[j]fluoranthren
205-99-2	Benzo[b]fluoranthren
207-08-9	Benzo[k]fluoranthren
218-01-9	Chrysen
239-35-0	Benzo[b]naphtho[2,1-d]thiophen
288-32-4	Imidazol
300-76-5	Naled
302-01-2	Hydrazin

CAS-Nummer	Stoff
303-47-9	Ochratoxin A
306-83-2	2,2-Dichlor-1,1,1-trifluoethan (R 123)
309-00-2	Aldrin
319-84-6	$\alpha$ -Hexachlorcyclohexan
319-85-7	$\beta$ -Hexachlorcyclohexan
333-41-5	Diazinon
334-88-3	Diazomethan
335-67-1	Perfluorooctansäure (PFOA)
373-02-4	Nickel und Nickelverbindungen: Nickelacetat
382-21-8	Perfluorisobuten (Ankündigungsliste)
409-21-2	Siliciumcarbid
420-04-2	Cyanamid
431-03-8	Diacetyl
460-19-5	Oxalsäuredinitril
461-58-5	Dicyandiamid
463-51-4	Keten
463-82-1	Pentan (alle Isomere): tert-Pentan
470-17-7	Sesquiterpenlactone: Isoalantolacton
477-43-0	Sesquiterpenlactone: Dehydrocostuslacton
479-45-8	N-Methyl-N,2,4,6-tetranitroanilin
492-80-8	Auramin
504-29-0	2-Aminopyridin
505-60-2	2,2'-Dichlordiethylsulfid
506-77-4	Chlorcyan
508-59-8	Sesquiterpenlactone: Parthenin
509-14-8	Tetranitromethan
512-56-1	Trimethylphosphat
513-53-1	2-Butanthiol
513-79-1	Cobalt: Cobalt(II)carbonat
514-10-3	Abietinsäure
526-73-8	Trimethylbenzol (alle Isomere): 1,2,3-Trimethylbenzol
528-29-0	Dinitrobenzol (alle Isomere): 1,2-Dinitrobenzol
534-52-1	4,6-Dinitro-o-kresol
535-80-8	Chlorbenzoesäure (alle Isomere): m-Chlorbenzoesäure
538-75-0	Dicyclohexylcarbodiimid
540-59-0	1,2-Dichlorethen sym.
540-73-8	1,2-Dimethylhydrazin
540-88-5	tert-Butylacetat
541-41-3	Chlorameisensäureethylester
541-73-1	1,3-Dichlorbenzol
541-85-5	5-Methylheptan-3-on
542-75-6	1,3-Dichlorpropen
542-88-1	Bis(chlormethyl)ether
542-92-7	1,3-Cyclopentadien
543-27-1	Chlorameisensäurebutylester
544-63-8	Myristinsäure
546-43-0	Sesquiterpenlactone: Alantolacton
552-30-7	Trimelliensäureanhydrid
553-21-9	Sesquiterpenlactone: Costunolid
556-52-5	Glycidol
563-04-2	Trikresylphosphat, Isomere, „frei von o-Isomeren“
563-47-3	3-Chlor-2-methylpropen
581-89-5	2-Nitronaphthalin
583-60-8	1-Methylcyclohexan-2-on
584-02-1	Pentanol (Isomere): 3-Pentanol
584-84-9	Toluylendiisocyanat: 2,4-Toluylendiisocyanat

CAS-Nummer	Stoff
591-27-5	3-Aminophenol
591-78-6	2-Hexanon
592-34-7	Chlorameisensäurebutylester
593-70-4	Chlorfluormethan
594-27-4	Methylzinnverbindungen: Tetramethylzinn
594-42-3	Perchlormethylmercaptan
594-72-9	1,1-Dichlor-1-nitroethan
597-82-0	O,O,O-Triphenylmonothiophosphat
598-56-1	N,N-Dimethylethylamin
598-75-4	Pentanol (Isomere): 3-Methyl-2-butanol
600-14-6	2,3-Pentandion
600-25-9	1-Chlor-1-nitropropan
601-77-4	N-Nitrosodiisopropylamin
602-87-9	5-Nitroacenaphthen
603-35-0	Triphenylphosphin
612-64-6	N-Nitrosoethylphenylamin
614-00-6	N-Nitrosomethylphenylamin
615-05-4	2,4-Diaminoanisol
620-11-1	Pentylacetat (alle Isomere): 3-Pentylacetat
621-64-7	N-Nitrosodi-n-propylamin
624-41-9	Pentylacetat (alle Isomere): 2-Methylbutylacetat
624-83-9	Methylisocyanat
625-16-1	Pentylacetat (alle Isomere): 1,1-Dimethylpropylacetat
625-45-6	Methoxyessigsäure
626-38-0	Pentylacetat (alle Isomere): 1-Methylbutylacetat
627-13-4	n-Propylnitrat
627-93-0	Adipinsäuredimethylester
628-63-7	Pentylacetat (alle Isomere): 1-Pentylacetat
628-96-6	Ethylenglykoldinitrat
630-08-0	Kohlenmonoxid
632-22-4	Tetramethylharnstoff (TMU)
637-03-6	Phenylarsenverbindungen
646-06-0	1,3-Dioxolan (Dioxacyclopentan)
650-51-1	Natriumtrichloracetat
674-82-8	Diketen
680-31-9	Hexamethylphosphorsäuretriamid (HMPA)
693-21-0	Diethylenglykoldinitrat
693-23-2	Dodecandisäure
700-13-0	Trimethylhydrochinon
730-40-5	Dispersionsorange 3
754-12-1	2,3,3,3-Tetrafluorpropen
763-69-9	Ethyl-3-ethoxypropionat
764-41-0	1,4-Dichlor-2-buten
770-35-4	1-Phenoxy-2-propanol
793-24-8	N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin
811-97-2	1,1,1,2-Tetrafluorethan
818-61-1	2-Hydroxyethylacrylat
822-06-0	Hexamethylendiisocyanat
838-88-0	3,3'-Dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmethan
868-77-9	2-Hydroxyethylmethacrylat
868-85-9	Dimethylhydrogenphosphit
872-50-4	N-Methyl-2-pyrrolidon
877-44-1	1,2,4-Triethylbenzol
920-37-6	2-Chloracrylnitril
923-26-2	2-Hydroxypropylmethacrylat
924-16-3	N-Nitrosodi-n-butylamin

CAS-Nummer	Stoff
929-06-6	2-(2-Aminoethoxy)ethanol (Diglykolamin)
930-55-2	N-Nitrosopyrrolidin
935-92-2	Trimethylchinon
996-35-0	N,N-Dimethylisopropylamin
1070-70-8	1,4-Butandioldiacrylat
1116-54-7	N-Nitrosodiethanolamin
1119-40-0	Glutarsäuredimethylester
1120-71-4	1,3-Propansulton
1121-03-5	2,4-Butansulton
1239-45-8	Ethidiumbromid
1302-74-5	Aluminium-, Aluminiumoxid- und Aluminiumhydroxid-haltige Stäube $\alpha$ -Aluminiumoxid
1302-78-9	Bentonit
1303-00-0	Arsen: Galliumarsenid
1303-28-2	Arsen: Arsenpentoxid
1303-86-2	Boroxid
1305-62-0	Calciumhydroxid
1305-78-8	Calciumoxid
1306-38-3	Cerdioxid (Ankündigungsliste)
1307-96-6	Cobalt: Cobalt(II)oxid
1308-06-1	Cobalt: Cobalt(II,III)oxid
1309-37-1	Eisenoxide
1309-38-2	Eisenoxide
1309-48-4	Magnesiumoxid Magnesiumoxid-Rauch
1310-73-2	Natriumhydroxid
1313-27-5	Molybdäntrioxid
1313-99-1	Nickel und Nickelverbindungen: Nickelmonoxid
1314-06-3	Nickel und Nickelverbindungen: Dinickeltrioxid
1314-23-4	Zirkoniumdioxid
1314-56-3	Diphosphorpentaoxid
1314-80-3	Diphosphorpentasulfid
1317-33-5	Molybdändisulfid (Ankündigungsliste)
1317-42-6	Cobalt: Cobalt(II)sulfid
1317-43-7	Nemalith
1317-61-9	Eisenoxide
1318-02-1	Zeolithe, synthetische, nicht faserförmig
1318-93-0	Montmorillonit
1319-77-3	Kresol (alle Isomere)
1321-74-0	Divinylbenzol (alle Isomere)
1327-41-9	Aluminiumchlorhydrat (Ankündigungsliste)
1327-53-3	Arsen: Arsentrioxid
1330-20-7	Xylol (alle Isomere)
1330-78-5	Trikrätylphosphat, Isomere, „frei von o-Isomeren“
1332-21-4	Asbest
1332-58-7	Kaolinit
1333-86-4	Industrieruße (Carbon Black)
1338-23-4	2-Butanonperoxid
1338-24-5	Naphthensäuren und Natrium-, Calcium-, Kalium-Naphthenate
1344-28-1	Aluminium-, Aluminiumoxid- und Aluminiumhydroxid-haltige Stäube Aluminiumoxid
1345-25-1	Eisenoxide
1402-68-2	Aflatoxine
1461-25-2	n-Butylzinnverbindungen: Tetra-n-butylzinn
1464-53-5	Diepoxybutan
1477-55-0	m-Xylylendiamin

CAS-Nummer	Stoff
1484-13-5	Vinylcarbazol
1565-94-2	Bisphenol-A-diglycidylmethacrylat
1569-02-4	1-Ethoxy-2-propanol
1589-47-5	2-Methoxypropanol-1
1633-83-6	1,4-Butansulton
1634-04-4	Methyl-tert-butylether
1663-39-4	tert-Butylacrylat
1667-11-4	4-Chlormethylbiphenyl
1675-54-3	Bisphenol-A-diglycidylether
1680-21-3	Triethylenglykoldiacrylat
1738-25-6	Dimethylaminopropionitril
1746-01-6	2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin
1748-81-8	Sesquiterpenlactone: Carabron
1758-61-8	Dicyclohexylperoxid
1763-23-1	Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)
1809-14-9	Di-n-octylphosphonat
1809-19-4	Di-n-butylphosphonat
1817-47-6	p-Nitrocumol
1854-23-5	4-(2-Nitrobutyl)morpholin (70 Gew.%) und 4,4'-(2-Ethyl-2-nitro-1,3-propandiy)bis-morpholin (20 Gew.%)
1854-26-8	Dimethyloldihydroxyethylenharnstoff
1891-29-8	Sesquiterpenlactone: Lactucin
1897-45-6	Chlorthalonil
1910-42-5	Paraquatdichlorid
1912-24-9	Atrazin
2082-79-3	3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxyphenylpropionsäureoctadecylester
2082-81-7	1,4-Butandioldimethacrylat
2095-03-6	Bisphenol-F-diglycidylether: p,p'-Bisphenol-F-diglycidylether
2104-64-5	EPN (O-Ethyl-O-(4-nitrophenyl)phenylthiophosphonat)
2179-59-1	Allylpropyldisulfid
2224-44-4	4-(2-Nitrobutyl)morpholin (70 Gew.%) und 4,4'-(2-Ethyl-2-nitro-1,3-propandiy)bis-morpholin (20 Gew.%)
2238-07-5	Diglycidylether
2243-62-1	1,5-Diaminonaphthalin
2358-84-1	Diethylenglykoldimethacrylat
2372-82-9	N'-(3-Aminopropyl)-N'-dodecylpropan-1,3-diamin
2381-21-7	1-Methylpyren
2386-87-0	3,4-Epoxy-cyclohexylcarbonsäure-3,4-epoxy-cyclohexylmethylester
2406-68-0	Phenylzinnverbindungen
2409-55-4	2-tert-Butyl-p-kresol
2425-77-6	2-Hexyldecanol
2425-79-8	1,4-Butandioldiglycidylether
2426-08-6	1-n-Butoxy-2,3-epoxypropan
2431-50-7	2,3,4-Trichlor-1-buten
2451-62-9	Triglycidylisocyanurat (Isomerengemisch)
2455-24-5	Tetrahydrofurfurylmethacrylat
2465-27-2	Auraminhydrochlorid
2527-58-4	Dithio-2,2'-bis(benzmethylamid)
2551-62-4	Schwefelhexafluorid
2634-33-5	1,2-Benzisothiazol-3(2H)-on
2682-20-4	2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on 5-Chlor-2-methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on und 2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on
2687-91-4	N-Ethyl-2-pyrrolidon
2807-30-9	2-(Propyloxy)ethanol
2809-21-4	1-Hydroxyethan-1,1-diphosphonsäure
2832-19-1	N-Methylolchloracetamid

CAS-Nummer	Stoff
2832-40-8	Dispersionsgelb 3
2855-13-2	Isophorondiamin
2867-47-2	N,N'-Dimethylaminoethylmethacrylat
2872-52-8	Dispersionsrot 1
3033-77-0	Glycidyltrimethylammoniumchlorid
3040-44-6	N-(2-Hydroxyethyl)piperidin
3101-60-8	p-tert-Butylphenylglycidylether
3115-49-9	(4-Nonylphenoxy)essigsäure
3129-91-7	Dicyclohexylaminnitrit
3173-72-6	1,5-Naphthylendiisocyanat
3179-89-3	Dispersionsrot 17
3302-10-1	Isononansäure
3333-52-6	Tetramethylsuccinitril
3333-67-3	Nickel und Nickelverbindungen: Nickelcarbonat
3524-68-3	Pentaerythrittriacrylat
3687-31-8	Arsen: Bleiarсенat
3687-46-5	n-Decyloleat
3689-24-5	Sulfotep
3811-73-2	Natriumpyrithion
3926-62-3	Natriummonochloracetat
4016-14-2	Isopropylglycidylether
4065-45-6	Benzophenon-4
4074-88-8	Diethylenglykoldiacrylat
4080-31-3	Methenamin-3-chlorallylchlorid
4098-71-9	Isophorondiisocyanat
4170-30-3	2-Butenal
4259-15-8	Bis(2-ethylhexyl)zinkdithiophosphat
4299-07-4	N-Butyl-1,2-benzisothiazolin-3-on
4435-53-4	3-Methoxy-n-butylacetat
4485-12-5	Lithiumstearat
4602-84-0	Farnesol
4687-94-9	Bisphenol-A-diglycidylacrylat (BIS-GA)
4719-04-4	N,N',N''-Tris(β-hydroxyethyl)hexahydro-1,3,5-triazin
5026-74-4	Triglycidyl-p-aminophenol
5064-31-3	Nitrioltriessigsäure: Trinatriumnitrioltriacetat
5102-83-0	Pigment Yellow 12, Pigment Yellow 13, Pigment Yellow 83
5124-30-1	4,4'-Dicyclohexylmethandiisocyanat
5216-25-1	4-Chlorbenzotrchlorid
5307-14-2	2-Nitro-p-phenylendiamin
5333-42-6	2-Octyldodecan-1-ol
5493-45-8	Hexahydrophthalsäurediglycidylester
5567-15-7	Pigment Yellow 12, Pigment Yellow 13, Pigment Yellow 83
5625-90-1	Bis(morpholino)methan
5714-22-7	Dischwefeldecafluorid (Schwefelpentafluorid)
5888-33-5	Isobornylacrylat
5912-86-7	Isoeugenol: Isoeugenol (Z-Form)
5932-68-3	Isoeugenol: Isoeugenol (E-Form)
5989-27-5	D-Limonen
5989-54-8	L-Limonen
6032-29-7	Pentanol (Isomere): 2-Pentanol
6358-64-1	2,5-Dimethoxy-4-chloranilin
6358-85-6	Pigment Yellow 12, Pigment Yellow 13, Pigment Yellow 83
6419-19-8	Aminotris(methylenphosphonsäure)
6423-43-4	Propylenglykoldinitrat
6440-58-0	1,3-Dimethylol-5,5-dimethylhydantoin
6754-13-8	Sesquiterpenlactone: Helenalin

CAS-Nummer	Stoff
6789-99-7	Tetrahydrobenzotriazol
7085-85-0	Cyanacrylsäureethylester
7397-62-8	Hydroxyessigsäurebutylester
7411-49-6	3,3'-Diaminobenzidin und sein Tetrahydrochlorid
7429-90-5	Aluminium (Ankündigungsliste)
	Aluminium-, Aluminiumoxid- und Aluminiumhydroxid-haltige Stäube
7439-92-1	Blei
7439-93-2	Lithium
7439-96-5	Mangan
7439-97-6	Quecksilber
7439-98-7	Molybdän
7440-02-0	Nickel
	Nickel und Nickelverbindungen: Nickelmetall
7440-05-3	Palladium
	Palladium: Palladiummetall
7440-06-4	Platinverbindungen (Chloroplatinate)
7440-16-6	Rhodium
7440-22-4	Silber
7440-24-6	Strontium
7440-25-7	Tantal
7440-28-0	Thalliumverbindungen, löslich
7440-31-5	Zinn
7440-33-7	Wolfram
7440-36-0	Antimon
7440-38-2	Arsen
	Arsen: Arsenmetall
7440-39-3	Bariumverbindungen, löslich
7440-41-7	Beryllium
7440-43-9	Cadmium
7440-47-3	Chrom
7440-48-4	Cobalt
	Cobalt: Cobaltmetall
	Cobaltlegierungen
7440-50-8	Kupfer
7440-54-2	Gadolinium
7440-57-5	Gold
7440-58-6	Hafnium
7440-61-1	Uran
7440-62-2	Vanadium
7440-65-5	Yttrium
7440-66-6	Zink
7440-67-7	Zirkonium
7440-74-6	Indium (Ankündigungsliste)
7446-09-5	Schwefeldioxid
7553-56-2	Iod
7572-29-4	Dichloracetylen
7620-77-1	Lithium-12-hydroxystearat
7631-86-9	Kieselsäuren, amorphe a) synthetische kolloidale amorphe Kieselsäure
7637-07-2	Bortrifluorid
7647-01-0	Chlorwasserstoff
7647-10-1	Palladium: Palladiumchlorid
7659-86-1	2-Ethylhexylmercaptoacetat
7664-38-2	Phosphorsäure
7664-39-3	Fluorwasserstoff
7664-41-7	Ammoniak
7664-93-9	Schwefelsäure

CAS-Nummer	Stoff
7665-72-7	1-tert-Butoxy-2,3-epoxypropan
7697-37-2	Salpetersäure
7718-54-9	Nickel und Nickelverbindungen: Nickelchlorid
7719-12-2	Phosphortrichlorid
7722-84-1	Wasserstoffperoxid
7723-14-0	Phosphor, rot Phosphor, weiß/gelb
7726-95-6	Brom
7727-43-7	Bariumsulfat
7727-54-0	Ammoniumpersulfat
7747-35-5	5-Ethyl-3,7-dioxa-1-azabicyclo[3.3.0]octan (EDA0)
7773-06-0	Ammoniumsulfamat
7778-18-9	Calciumsulfat
7778-39-4	Arsen: Arsensäure
7778-44-1	Arsen: Calciumarsenat
7779-27-3	N,N',N''-Triethylhexahydro-1,3,5-triazin
7782-41-4	Fluor
7782-42-5	Graphit
7782-49-2	Selen
7782-50-5	Chlor
7782-65-2	Germaniumtetrahydrid
7782-79-8	Stickstoffwasserstoffsäure
7783-06-4	Schwefelwasserstoff
7783-07-5	Selenwasserstoff
7784-42-1	Arsenwasserstoff
7784-46-5	Arsen: Natriumarsenit
7786-34-7	Mevinphos
7786-81-4	Nickel und Nickelverbindungen: Nickelsulfat
7790-91-2	Chlortrifluorid
7803-49-8	Hydroxylamin
7803-51-2	Phosphorwasserstoff
7803-52-3	Antimonwasserstoff
7803-57-8	Hydrazinhydrat
8001-31-8	Kokosnussöl
8001-35-2	Chloriertes Camphen
8001-54-5	Benzalkoniumchlorid
8002-26-4	Tallöl, destilliert
8003-34-7	Pyrethrum
8006-64-2	Terpentinöl
8007-18-9	Nickeltitangelb
8008-20-6	Kerosin (Erdöl)
8022-00-2	Demetonmethyl
8042-47-5	Weißöl, pharmazeutisch
8050-09-7	Colophonium
8052-42-4	Bitumen (Dampf und Aerosol bei der Heißverarbeitung)
8065-48-3	Demeton
9000-50-4	Eichenmoos-Extrakte
9001-00-7	Bromelain
9001-73-4	Papain
9001-75-6	Pepsin
9002-07-7	Trypsin und Chymotrypsin
9002-84-0	Polytetrafluorethen
9002-86-2	Polyvinylchlorid
9003-01-4	Polyacrylsäure (neutralisiert, vernetzt)
9003-11-6	Polyethylenpolypropylenglykol
9003-13-8	Polypropylenglykol-n-butylether

CAS-Nummer	Stoff
9003-27-4	Polybutene und Polyisobutene: Polyisobutene
9003-29-6	Polybutene und Polyisobutene: Polybutene
9004-07-3	Trypsin und Chymotrypsin
9004-98-2	Polyoxyethylenoleylether
9006-04-6	Naturgummilatex
9006-65-9	Polydimethylsiloxane, lineare
9014-01-1	Subtilisine
9016-00-6	Polydimethylsiloxane, lineare
9016-87-9	„polymeres MDI“
10024-97-2	Distickstoffmonoxid
10025-67-9	Dischwefeldichlorid
10025-87-3	Phosphorylchlorid
10026-13-8	Phosphorpentachlorid
10026-24-1	Cobalt: Cobalt(II)sulfat·7 H <sub>2</sub> O
10028-15-6	Ozon
10035-10-6	Bromwasserstoff
10043-35-3	Borsäure
10049-04-4	Chlordioxid
10102-43-9	Stickstoffmonoxid
10102-44-0	Stickstoffdioxid
10222-01-2	2,2-Dibrom-2-cyanacetamid
10254-57-6	Methylenbis(dibutylthiocarbamat)
10595-95-6	N-Nitrosomethylethylamin
10605-21-7	Carbendazim
11070-44-3	Methyltetrahydrophthalsäureanhydrid
11097-68-0	Aluminiumchlorhydrat (Ankündigungsliste)
12011-76-6	Dawsonit
12030-97-6	Kaliumtitanat (Faserstaub): Kaliumtitanat
12035-36-8	Nickel und Nickelverbindungen: Nickeldioxid
12035-72-2	Nickel und Nickelverbindungen: Nickelsub sulfid
12036-23-6	Zirkoniumdioxid
12054-48-7	Nickel und Nickelverbindungen: Nickelhydroxid
12056-46-1	Kaliumtitanat (Faserstaub): Kaliumtitanat
12056-49-4	Kaliumtitanat (Faserstaub): Kaliumtitanat
12056-51-8	Kaliumtitanat (Faserstaub): Kaliumtitanat
12174-11-7	Attapulgit
12179-04-3	Borsäure: Dinatriumtetraborat-Pentahydrat
12185-10-3	Phosphor, weiß/gelb
12286-12-3	Magnesium-Oxid-Sulfat
12298-43-0	Halloysit
12427-38-2	Mangan-N,N'-ethylen-bis-(dithiocarbamat) (Maneb)
12510-42-8	Erionit
12604-58-9	Ferrovandium
13007-92-6	Chromhexacarbonyl
13048-33-4	1,6-Hexandioldiacrylat
13360-57-1	Dimethylsulfamoylchlorid
13463-39-3	Nickeltetracarbonyl (Ankündigungsliste)
13463-40-6	Eisenpentacarbonyl
13463-41-7	Zinkpyrithion
13463-67-7	Titandioxid
13464-58-9	Arsen: Arsenige Säure
13494-80-9	Tellur
13838-16-9	2-Chlor-1,1,2-trifluorethyl difluormethylether (Enfluran)
13952-84-6	sec-Butylamin
13983-17-0	Wollastonit
14265-45-3	Sulfite

CAS-Nummer	Stoff
14464-46-1	Siliciumdioxid, kristallin: Cristobalit
14484-64-1	Ferbam
14548-60-8	Benzylalkoholmono(poly)hemiformal
14807-96-6	Talk
14808-60-7	Siliciumdioxid, kristallin: Quarz
14861-17-7	Aminofen
15141-18-1	Dispers Blau 106/124
15159-40-7	N-Chlorformylmorpholin
15467-20-6	Nitrilotriessigsäure: Dinatriumnitrilotriacetat
15468-32-3	Siliciumdioxid, kristallin: Tridymit
15501-74-3	Sepiolith (Faserstaub): Sepiolith
15625-89-5	Trimethylolpropantriacrylat
15627-09-5	N-Cyclohexylhydroxydiazin-1-oxid, Kupfersalz (Cu-HDO)
15827-60-8	Diethylentriaminpentakis(methylenphosphonsäure)
15922-78-8	Natriumpyrithion
16065-83-1	Chrom(III)-Verbindungen
16096-31-4	1,6-Hexandioldiglycidylether
16812-54-7	Nickel und Nickelverbindungen: Nickelsulfid
16984-48-8	Fluoride
17702-41-9	Dekaboran
17804-35-2	Benomyl
17831-71-9	Tetraethylglykoldiacrylat
18307-23-8	Sepiolith (Faserstaub): Sepiolith
18540-29-9	Chrom(VI)-Verbindungen
18662-53-8	Nitrilotriessigsäure: Trinatriumnitrilotriacetat, Monohydrat
18994-66-6	Nitrilotriessigsäure: Mononatriumnitrilotriacetat
19287-45-7	Diboran
19430-93-4	Perfluorbutylethylen (3,3,4,4,5,5,6,6,6-Nonafluor-1-hexen)
19624-22-7	Pentaboran
20018-09-1	p-Diiodmethylsulfonyltoluol
20554-84-1	Sesquiterpenlactone: Parthenolid
20706-25-6	2-(Propyloxy)ethylacetat
20816-12-0	Osmiumtetroxid
21645-51-2	Aluminium-, Aluminiumoxid- und Aluminiumhydroxid-haltige Stäube
21652-27-7	1-Hydroxyethyl-2-heptadecenyl-imidazolin
22398-80-7	Indiumphosphid
23209-59-8	Calcium-Natrium-Metaphosphat
23255-03-0	Nitrilotriessigsäure: Dinatriumnitrilotriacetat, Monohydrat
23696-28-8	N-(2-Hydroxyethyl)-3-methyl-2-chinoxalincarboxamid-1,4-dioxid (Olaquinox)
23971-84-8	Sesquiterpenlactone: Anthecotulid
24448-20-2	Bisphenol-A-diethoxymethacrylat (BIS-EMA)
25013-15-4	Methylstyrol (alle Isomere)
25013-16-5	tert-Butyl-4-hydroxyanisol (BHA)
25154-54-5	Dinitrobenzol (alle Isomere)
25254-50-6	N,N',N''-Tris(β-hydroxypropyl)hexahydro-1,3,5-triazin (Ankündigungsliste)
25265-71-8	Dipropylenglykol
25321-14-6	Dinitrotoluol (Isomergemische)
25322-68-3	Polyethylenglykole (PEG) (mittlere Molmasse > 600)
	Polyethylenglykole (PEG) (mittlere Molmasse 200–600)
25322-69-4	Polypropylenglykole (PPG)
25340-17-4	Diethylbenzol: Diethylbenzol, Gemisch [25340-17-4]
	1,3-Diethylbenzol [141-93-5]
	1,4-Diethylbenzol [105-05-5]
25551-13-7	Trimethylbenzol (alle Isomere)
25584-83-2	Hydroxypropylacrylat (alle Isomere)
25639-42-3	Methylcyclohexanol (alle Isomere)

CAS-Nummer	Stoff
26125-61-1	p-Aramid
26172-55-4	5-Chlor-2-methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on und 2-Methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on
26399-02-0	2-Ethylhexylester
26444-49-5	Diphenylkresylphosphat
26447-14-3	Kresylglycidylether
26471-62-5	Toluylendiisocyanat: Toluylendiisocyanat, Gemisch
26523-78-4	Tris(nonylphenyl)phosphit
26530-20-1	2-n-Octyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on
26628-22-8	Natriumazid
26636-01-1	Methylzinnverbindungen: Dimethylzinnbis(isooctylmercaptoacetat) (DMT(IOMA) <sub>2</sub> )
26675-46-7	Isofluran
26761-40-0	Diisodecylphthalat
26780-96-1	1,2-Dihydro-2,2,4-trimethylchinolin, polymer
27208-37-3	Cyclopenta[cd]pyren
27213-78-1	p-tert-Butylbrenzkatechin
27253-26-5	Diisotridecylphthalat
27458-92-0	Isotridecanol
27458-93-1	Isooctadecanol
27478-34-8	Dinitronaphthalin (alle Isomere)
27579-97-1	Sesquiterpenlactone: (+)-Frullanolid und (-)-Frullanolid
28272-18-6	Sesquiterpenlactone: Pyrethrosin
28523-86-6	Sevofluran
28553-12-0	Diisononylphthalat (Ankündigungsliste)
28768-32-3	Tetraglycidyl-4,4'-methyldianilin
29118-24-9	trans-1,3,3,3-Tetrafluorpropen
29222-48-8	Trimethylpentan (alle Isomere)
29385-43-1	Methyl-1H-benzotriazol
30618-84-9	Glycerylmonothioglykolat
30899-19-5	Pentanol (Isomere): Isomerengemische, Pentanol
31027-31-3	4-Isopropylphenylisocyanat
31565-23-8	Di-tert-dodecyl-pentasulfid und Di-tert-dodecyl-polysulfid
31570-04-4	Tris(2,4-di-tert-butylphenyl)phosphit
31906-04-4	Hydroxymethylpentylcyclohexencarboxaldehyd (Lyral)
32687-78-8	3-(3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-N'-[3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propanoyl]propanhydrazid
33204-39-6	Sesquiterpenlactone: Arteglasin A
34590-94-8	Dipropylenglykolmonomethylether
35001-25-3	Sesquiterpenlactone: Laurenobolid
35074-77-2	Hexamethylenbis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionat)
35554-44-0	1-(2-(Allyloxy)-2-(2,4-dichlorphenyl)ethyl)-1H-imidazol (Imazalil)
35691-65-7	2-Brom-2-(brommethyl)pentandinitril (1,2-Dibrom-2,4-dicyanbutan)
36653-82-4	1-Hexadecanol
37278-89-0	Xylanasen
40776-40-7	Sesquiterpenlactone: (+)-Frullanolid und (-)-Frullanolid
41484-35-9	Thiodiethylenbis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionsäureester)
41683-62-9	1,2-Dichlormethoxyethan
42978-66-5	Tripropylenglykoldiacrylat
53306-54-0	Di(2-propylheptyl)phthalat
53469-21-9	Chlorierte Biphenyle
53980-88-4	5(oder 6)-Carboxy-4-hexyl-2-cyclohexen-1-octansäure
54208-63-8	Bisphenol-F-diglycidylether: o,o'-Bisphenol-F-diglycidylether
54839-24-6	1-Ethoxy-2-propylacetat
54849-38-6	Methylzinnverbindungen: Methylzinntris(isooctylmercaptoacetat) (MMT(IOMA) <sub>3</sub> )
55406-53-6	3-Iod-2-propinylbutylcarbamat
55720-99-5	Chlorierte Diphenyloxide versch. CAS-Nr.
57041-67-5	Desfluran

CAS-Nummer	Stoff
57469-07-5	Bisphenol-F-diglycidylether: o,p'-Bisphenol-F-diglycidylether
57583-35-4	Methylzinnverbindungen: Dimethylzinnbis(2-ethylhexylmercaptoacetat) (DMT(2-EH-MA) <sub>2</sub> )
57855-77-3	Calciumbis(dinonylnaphthalinsulfonat)
59118-99-9	Methylzinnverbindungen: Bis[methylzinn-di(2-mercaptoethyleat)]sulfid
59231-34-4	Isodecyleat
59766-31-3	Kaliumtitanat (Faserstaub): Kaliumtitanat
61789-36-4	Naphthensäuren und Natrium-, Calcium-, Kalium-Naphthenat
61789-86-4	Petroleumsulfonate, Calcium-Salze (technisches Gemisch in Mineralöl)
61790-13-4	Naphthensäuren und Natrium-, Calcium-, Kalium-Naphthenat
63148-62-9	Polydimethylsiloxane, lineare
63449-39-8	Chlorparaffine
64741-56-6	Bitumen (Dampf und Aerosol bei der Heißverarbeitung)
64742-47-8	Destillate (Erdöl)
64742-48-9	Naphtha (Erdöl)
64742-93-4	Bitumen (Dampf und Aerosol bei der Heißverarbeitung)
65997-15-1	Portlandzement-Staub
66072-08-0	Naphthensäuren und Natrium-, Calcium-, Kalium-Naphthenat
66204-44-2	N,N'-Methylenbis(5-methyloxazolidin)
66603-10-9	N-Cyclohexylhydroxydiazin-1-oxid, Kaliumsalz (K-HDO)
68359-37-5	Cyfluthrin
68411-46-1	Diphenylamin, octyliert (Benzolamin, N-Phenyl-, Reaktionsprodukte mit 2,4,4-Trimethylpenten)
68425-15-0	Di-tert-dodecyl-pentasulfid und Di-tert-dodecyl-polysulfid
68516-81-4	Dispers Blau 106/124
68583-56-2	Di-tert-dodecyl-pentasulfid und Di-tert-dodecyl-polysulfid
68608-26-4	Petroleumsulfonate, Natrium-Salze
68649-11-6	Polyalphaolefine
68920-66-1	Fettalkoholethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt
68921-45-9	Diphenylamin, Reaktionsprodukte mit Styrol und 2,4,4-Trimethylpenten
68937-41-7	Triphenylphosphat, isopropyliert
68958-92-9	Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S']dioxodi-µ-thioxodimolybdän
69669-44-9	Alkylbenzolsulfonate C10–C14, lineare
70657-70-4	2-Methoxypropylacetat-1
72030-25-2	Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S']dioxodi-µ-thioxodimolybdän
72623-83-7	Mineralöle (Erdöl), stark raffiniert
80584-91-4	Triazintriyltriiminotrihexansure
80939-62-4	Alkylamine, C11–C14-verzweigte, Monohexyl- und Dihexylphosphate
84861-98-3	Aluminiumchlorhydrat (Ankündigungsliste)
85117-50-6	Alkylbenzolsulfonate C10–C14, lineare
91273-04-0	N,N-Bis(2-ethylhexyl)-[(1,2,4-triazol-1-yl)methyl]amin
92045-44-8	Mineralöle (Erdöl), stark raffiniert
92045-45-9	Mineralöle (Erdöl), stark raffiniert
92062-35-6	Mineralöle (Erdöl), stark raffiniert
94624-12-1	Pentanol (Isomere): Isomerengemische, Pentanol
95481-62-2	Dicarbonsäure(C4–C6)-dimethylester, Gemisch
126019-82-7	Tris[(2- oder 4-)C9-C10-isoalkylphenyl]phosphorthioat
134954-21-5	Sesquiterpenlactone: α-Peroxyachifolid
293733-21-8	6-Amino-2-ethoxynaphthalin

## Mitglieder und ständige Gäste der Kommission

### Mitglieder

- Professorin Dr. rer. nat. Andrea Hartwig (Vorsitzende), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für angewandte Biowissenschaften, Abteilung Lebensmittelchemie und Toxikologie, Adenauerring 20a, Geb. 50.41, 76131 Karlsruhe
- Professor Dr. phil. nat. et med. habil. Michael Arand, Universität Zürich, Institut für Pharmakologie und Toxikologie, Winterthurerstraße 190, 8057 Zürich, Schweiz
- Professor Dr. rer. nat. Michael Bader, BASF SE, Occupational Medicine and Health Protection, ESG / CB – H 308, 67056 Ludwigshafen
- Professorin Dr. rer. nat. Brunhilde Blömeke, Universität Trier, Fachbereich VI, Umwelttoxikologie, Am Universitätsring 15, 54296 Trier
- Professor Dr. med. Thomas Brüning, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Professor Dr. med. Hans Drexler, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Henkestr. 9–11, 91054 Erlangen
- Professor Dr. rer. nat. Bernd Epe, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, FB Chemie, Pharmazie und Geowissenschaften, Institut für Pharmazie und Biochemie – Therapeutische Lebenswissenschaften, Staudingerweg 5, 55128 Mainz
- Professorin Dr. med. Manigé Fartasch, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Professorin Dr. med. Ellen Fritsche, IUF – Leibniz-Institut für umweltmedizinische Forschung gGmbH, Auf'm Hennekamp 50, 40225 Düsseldorf
- Professor Dr. rer. nat. Thomas Göen, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Henkestr. 9–11, 91054 Erlangen
- Privatdozentin Dr. rer. nat. Andrea Haase, Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Abteilung 7: Chemikalien- und Produktsicherheit, Fachgruppe 76: Faser- und Nanotoxikologie, Thielallee 88–92, 14195 Berlin
- Professor Dr. med. Ernst Hallier, Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Waldweg 37B, 37073 Göttingen
- Professor Dr. rer. biol. hum. Uwe Heinrich, Fraunhofer-Institut für Toxikologie und experimentelle Medizin, Nikolai-Fuchs-Straße 1, 30625 Hannover

Professorin Dr. med. Susanne Valerie Herold, Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich 11: Medizin, Medizinische Klinik II, Professur für Infektionskrankheiten der Lunge, Klinikstraße 33, 35392 Gießen

Dr. rer. nat. Heiko Udo Käfferlein, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Dr. rer. nat. Edgar Leibold, BASF SE, GUP / P, Gebäude Z 570, Carl-Bosch-Straße 38, 67056 Ludwigshafen

Professorin Dr. med. Gabriele Leng, Currenta GmbH & Co. OHG, Sicherheit-Gesundheitsschutz – Institut für Biomonitoring, Chemiepark Leverkusen, 51368 Leverkusen

Professor Dr. rer. nat. Bernhard Michalke, Helmholtz-Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH), Abteilung Analytische Bio-GeoChemie, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg

Privatdozentin Dr. med. Frauke Neff, Städtisches Klinikum München, Department Pathologie, Engelschalkinger Straße 77, 81925 München

Dr. rer. nat. Eberhard Nies, IFA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Referat 1.5: Toxikologie der Arbeitsstoffe, Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin

Professor Dr. med. Dennis Nowak, Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München, Campus Innenstadt, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Umweltmedizin, Ziemssenstraße 1, 80336 München

Dr. med. Dirk Pallapies, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Professor Dr. rer. nat. Lothar Rink, Universitätsklinikum Aachen, AÖR, Institut für Immunologie, Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen

Privatdozent Dr. rer. nat. Bernd Roßbach, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Universitätsmedizin, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Straße 67, 55131 Mainz

Dr. rer. nat. Roel Schins, IUF – Leibniz-Institut für umweltmedizinische Forschung GmbH, Auf'm Hennekamp 50, 40225 Düsseldorf

Professorin Dr. med. Simone Schmitz-Spanke, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Henkestr. 9–11, 91054 Erlangen

Privatdozentin Dr. rer. nat. Nicole Schupp, Universitätsklinikum Düsseldorf, Institut für Toxikologie, Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf

Professor Dr. rer. nat. Michael Schwarz, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Institut für Experimentelle und Klinische Pharmakologie und Toxikologie, Abteilung Pharmakogenomik, Wilhelmstraße 56, 72074 Tübingen

Professor Dr. med. Andreas Seidler, Technische Universität Dresden, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin (IPAS), Fetscherstraße 74, 01307 Dresden

Professor Dr. med. Kurt Straif, ISGlobal – Campus Mar, Barcelona Biomedical Research Park, Doctor Aiguader 88, 08003 Barcelona

Privatdozent Dr. rer. nat. Christoph van Thriel, Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund, Ardeystraße 67, 44139 Dortmund

Professor Dr. med. Wolfgang Uter, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Medizininformatik, Biometrie und Epidemiologie, Waldstraße 6, 91054 Erlangen

Professor Dr. rer. nat. Dr. biol. hom. Dirk Walter, Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, Aulweg 129, 35392 Gießen

### **Ständige Gäste**

Dr. med. Maren Beth-Hübner, Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), Kompetenz-Center Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe, Kurfürsten-Anlage 62, 69115 Heidelberg

Professor Dr. rer. nat. Dietmar Breuer, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Fachbereich 2: Chemische und biologische Einwirkungen, Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin

Dr. rer. nat. Ralph Hebisch, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Friedrich-Henkel-Weg 1–25, 44149 Dortmund

Dr. vet. med. Agnes Schulte, Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Thielallee 88–92, 14195 Berlin

### **Verantwortliche Fachreferentin der DFG**

Dr. rer. nat. Katja Hartig, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Kennedyallee 40, 53175 Bonn. Postanschrift: 53170 Bonn

### **Kommissionssekretariat**

Dr. rer. nat. Gunnar Jahnke, Dr. rer. nat. Gerlinde Schriever-Schwemmer,  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für angewandte Biowissenschaften,  
Abteilung Lebensmittelchemie und Toxikologie, Geb. 50.41, Adenauerring 20a, 76131  
Karlsruhe

Eine aktuelle Liste der Mitglieder und Ständigen Gäste sowie weiterer Gäste ist abrufbar  
unter [https://www.dfg.de/dfg\\_profil/gremien/senat/arbeitsstoffe/index.html](https://www.dfg.de/dfg_profil/gremien/senat/arbeitsstoffe/index.html)

## Mandat und Arbeitsweise der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe

### I.

Die Tätigkeit der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe ist auf folgende Vorschriften der Satzung der Deutschen Forschungsgemeinschaft gestützt:

#### § 1

##### Zweck des Vereins

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) dient der Wissenschaft in allen ihren Zweigen durch die finanzielle Unterstützung von Forschungsarbeiten und durch die Förderung der nationalen und internationalen Zusammenarbeit der Forscherinnen und Forscher. Der Förderung und Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses gilt ihre besondere Aufmerksamkeit. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert die Gleichstellung von Frauen und Männern in der Wissenschaft. Sie berät Parlamente und im öffentlichen Interesse tätige Einrichtungen in wissenschaftlichen Fragen und pflegt die Verbindungen der Forschung zu Gesellschaft und Wirtschaft.

#### § 11

##### Senat

1. Der Senat ist das zentrale wissenschaftliche Gremium der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Er berät und beschließt im Rahmen der von der Mitgliederversammlung beschlossenen Grundsätze über alle Angelegenheiten der Deutschen Forschungsgemeinschaft von wesentlicher Bedeutung, soweit sie nicht dem Hauptausschuss vorbehalten sind.
2. Der Senat beschließt, welche Fachkollegien zu bilden sind und wie sie sich gliedern. Hierbei ist dafür Sorge zu tragen, dass die gesamte Bandbreite der Wissenschaft durch die Fachkollegien erfasst und dass in den Fachkollegien den wissenschaftlichen Interessen der Fächer und fachübergreifenden Bezügen gebührend Rechnung getragen wird.
3. Der Senat besteht aus 39 Mitgliedern. Der/Die Präsident/-in der Hochschulrektorenkonferenz, der/die Präsident/-in der Union der Akademien der Wissenschaften in der Bundesrepublik Deutschland und der/die Präsident/-in der Max-Planck-Gesellschaft gehören als solche dem Senat an. Die übrigen 36 Mitglieder werden von der Mitgliederversammlung in einem rotierenden System gewählt. Wählbar sind an Hochschulen oder anderen Forschungseinrichtungen tätige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Die Mitgliederversammlung kann mit Blick auf bestimmte für die Deutsche Forschungsgemeinschaft relevante Expertisen auch andere Personen wählen. Die Wahl erfolgt bezogen auf die Person; die gewählten Mitglieder des Senats handeln nicht als Repräsentanten von Institutionen. Bei der Zusammensetzung der gewählten Mitglieder soll eine angemessene Vertretung des gesamten Spektrums wissenschaftlicher Disziplinen angestrebt werden.
4. Für die Wahlen stellt der Senat auf Vorschlag des Präsidiums und in Ansehung von Vorschlägen aus dem Kreis der Mitglieder der Deutschen Forschungsgemeinschaft Vorschlagslisten auf, die in der Regel für jeden freien Sitz drei Namen enthalten sollen. Näheres regelt eine Verfahrensordnung.
5. Scheidet ein Mitglied des Senats während der Amtszeit aus, so kann der Senat für den Rest der Amtszeit des ausgeschiedenen Mitglieds aus den vorangegangenen Vorschlagslisten ein Ersatzmitglied kooptieren.
6. Die Sitzungen des Senats werden vom Präsidenten / von der Präsidentin einberufen und geleitet. Der/Die Präsident/-in muss den Senat einberufen, wenn mindestens ein Drittel der Mitglieder des Senats dies verlangt. Die Beschlüsse des Senats werden in der Regel in den Sitzungen gefasst. In Einzelfällen kann auf Beschluss des Präsidiums auch im Umlaufverfahren (schriftlich, fernschriftlich oder elektronisch) entschieden werden.
7. Der Senat kann im Rahmen seiner Zuständigkeit Ausschüsse und Kommissionen bilden, deren Mitglieder dem Senat nicht anzugehören brauchen.

## II.

### Grundsätze für Mandat und Arbeitsweise der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe:

1. Der Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe ist vom Senat die Aufgabe übertragen worden, die wissenschaftlichen Grundlagen des Schutzes der Gesundheit vor toxischen Stoffen am Arbeitsplatz zu erarbeiten. Die wichtigsten praktischen Ergebnisse der Kommissionsarbeit sind wissenschaftliche Empfehlungen zur Aufstellung von MAK- und BAT-Werten, zur Einstufung krebserzeugender Arbeitsstoffe und zur Bewertung fruchtschädigender und keimzellmutagener Wirkungen sowie die Erarbeitung und Evaluierung analytischer Methoden zur Kontrolle der Exposition und zur Überprüfung der Einhaltung von Grenzwerten des Gesundheitsschutzes am Arbeitsplatz. Darüber hinaus greift die Kommission weitere aktuelle Probleme der Gesundheitsgefährdung durch Arbeitsstoffe auf und schlägt geeignete Lösungsmöglichkeiten vor.

Für die Verwirklichung eines dem jeweiligen Stande der Wissenschaft angepassten Arbeitsschutzes erscheint ein Zwei-Stufen-Verfahren als beste Lösung: Die genannten Arbeitsergebnisse der Senatskommission werden jährlich überarbeitet und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft veröffentlicht. Zugleich werden sie als Empfehlung dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales übergeben. Dieser prüft die Empfehlungen unter Berücksichtigung auch nichtwissenschaftlicher Gesichtspunkte und kann ihnen – unverändert oder geändert – in geeigneter Form Rechtsverbindlichkeit als Grundlage des Arbeitsschutzes verleihen.

2. Die Kommission arbeitet in wissenschaftlicher Freiheit und Unabhängigkeit. Sie ist in der Auswahl und in der Prioritätensetzung der Prüfung von Arbeitsstoffen und weiterer zu untersuchender Probleme nicht an Weisungen gebunden. Sie verpflichtet sich aber, Anregungen aus der betrieblichen Praxis, soweit sie wissenschaftlich von Bedeutung sind, aufzunehmen und Anliegen des für den Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz zuständigen Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, soweit möglich, vorrangig zu bearbeiten.
3. Die volle Offenlegung des Arbeitsprogramms der Kommission ist durch die rechtzeitige Bekanntgabe der anstehenden Änderungen bzw. Ergänzungen auf der Homepage der Kommission bei der DFG sowie im Bundesanzeiger gewährleistet. Durch die Aufforderung, der Senatskommission Informationen und Kommentare mitzuteilen und die daran geknüpfte Möglichkeit, wissenschaftliche Sachverständige der betroffenen Bereiche in die Diskussion zur Entscheidungsfindung einzubeziehen, wird eine möglichst umfassende Informationsgrundlage für die Empfehlungen der Kommission gewährleistet.

Die Ableitungen von MAK- und BAT-Werten sowie die Einstufung krebserzeugender bzw. -verdächtiger Arbeitsstoffe und die Bewertung fruchtschädigender und keimzellmutagener Wirkungen werden in Form von ausführlichen wissenschaftlichen Begründungen veröffentlicht.

4. Das Ziel der Kommissionsarbeit ist allein der nach dem jeweiligen Stand der Wissenschaft mögliche und gebotene Schutz der Gesundheit der Beschäftigten und deren Nachkommen. Die Kommission betrachtet die Gesundheit als höchsten Wert, den sie nicht gegen andere Gesichtspunkte abwägt. In der Diskussion und Entscheidungsfindung werden deshalb ausschließlich wissenschaftliche Argumente im Hinblick auf die Gesundheit am Arbeitsplatz berücksichtigt. Andere Aspekte, wie beispielsweise sozialpolitische, ökonomische, technologische und weitere nicht stoffbezogene Betrachtungen bleiben ausgeschlossen.
5. Aus den unter 4. genannten Gründen kann der Wunsch nach Beteiligung von anderen als mit gesundheitlichen Aspekten des Arbeitsschutzes vertrauten Sachverständigen an den Diskussionen der Kommission nicht erfüllt werden.
6. Gleichwohl verkennt die Kommission nicht die Notwendigkeit politischer Entscheidungen im Prozess der Verwirklichung des Arbeitsschutzes. Sie lehnt jedoch die Vermischung politischer und wissenschaftlicher Urteilelemente in ihrer eigenen Arbeit ab.
7. Die Senatskommission trägt durch die Veröffentlichung ihrer Empfehlungen zur Erfüllung des Satzungsauftrages der Forschungsgemeinschaft bei, Parlamente und Behörden in wissenschaftlichen

Fragen zu beraten. Weicht das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (s.o. Ziffer 1) von den Empfehlungen im Einzelfall ab, so hält es die Kommission für erforderlich, dass es die Gründe dafür bekannt gibt.

8. Das Präsidium und der Vorstand der DFG können die Einhaltung der Verfahrensordnung überprüfen, gewährleisten jedoch die unveränderte und unverzügliche Veröffentlichung der Arbeitsergebnisse der Kommission, soweit nicht zwingende Gründe entgegenstehen.

### III.

Neuberufene Mitglieder und ständige Gäste der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe erhalten nach ihrer Berufung ein Schreiben des Präsidenten/der Präsidentin der Deutschen Forschungsgemeinschaft, das die nachfolgend wiedergegebenen Grundsätze der Arbeit der Kommission enthält:

Um die satzungsmäßigen Beratungsaufgaben der Deutschen Forschungsgemeinschaft gegenüber Legislative und Exekutive zu erfüllen, hat der Senat für verschiedene Sachgebiete Kommissionen eingerichtet, so z. B. für die Gebiete des Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutzes. Zu diesen Senatskommissionen gehört auch die Kommission, in die Sie berufen wurden.

Die Kommissionen haben die Aufgabe, den Stand der Wissenschaft zu den jeweiligen Fragestellungen zu ermitteln und so zu formulieren, dass die zu beratenden staatlichen Stellen in die Lage versetzt werden, für ihren Bereich sachgerechte Entscheidungen in eigener Verantwortung zu treffen. Zu diesem Zweck ist es wünschenswert, dass in den einzelnen Kommissionen der wissenschaftliche Stand so herausgearbeitet wird, dass er von allen Mitgliedern getragen werden kann. Ein solcher Konsens wird dann als Standpunkt der DFG nach außen vertreten.

Im Hinblick auf diese Aufgabe der Kommission werden als Mitglieder Wissenschaftler *ad personam* in ihrer Eigenschaft als sachkundige Experten berufen und nicht als Vertreter der Institutionen oder Unternehmen, in denen sie tätig sind.

Neben diesen Mitgliedern arbeiten in den Kommissionen auch ständige Gäste mit. Als ständige Gäste mit beratender Stimme werden Wissenschaftler und andere sachverständige Personen aus Behörden berufen, die sowohl mit Forschungsaufgaben betraut sein als auch hoheitliche Aufgaben wahrnehmen können. Da sie institutionell den potentiellen Beratungsnehmern angehören, erhalten sie kein Stimmrecht. So soll ein möglicher Interessenkonflikt von vornherein vermieden werden.

Der Senat beruft die Kommissionen für Amtsperioden von jeweils drei Jahren. Mitglieder und ständige Gäste werden ebenfalls für drei Jahre berufen. Sie können einmal wiederberufen werden. Eine weitergehende Verlängerung des persönlichen Mandats ist nur in begründeten Ausnahmefällen möglich.

Die angestrebte strenge Trennung zwischen der Erkenntnis eines wissenschaftlichen Standpunkts und seiner „Verwertung“ im weitesten Sinne, sei es unter politischen, juristischen, wirtschaftlichen oder anderen gesellschaftlichen Aspekten, setzt voraus, dass außerwissenschaftliche Probleme der auftragsgemäß zu beratenden staatlichen Stellen keinen Eingang in das Votum der Kommission finden. Politische Konsequenzen wissenschaftlicher Erkenntnisse, Umsetzungsprobleme, Entscheidungen über die Zumutbarkeit bestimmter Risiken, Wirtschaftlichkeitsaspekte usw. gehören nicht zum Verantwortungsbereich der DFG und ihrer Kommissionen.

Für das Verfahren der Kommissionen gilt die strenge Vertraulichkeit der Beratungen ebenso wie der in die Beratungen einbezogenen Daten und Fakten bis zu ihrer Publikation durch die DFG als Mitteilung der betreffenden Senatskommission. Aus einer Berufung in eine Senatskommission darf niemandem ein Wettbewerbsvorteil durch Verwertung eines Informationsvorsprungs erwachsen.

### IV.

Vorgehen der Arbeitsstoffkommission bei Änderungen und Neuaufnahmen von MAK-Werten und Beurteilungswerten in biologischem Material

1. Ankündigungen von beabsichtigten Neuaufnahmen und Änderungen werden im Regelfall ein Jahr vorher veröffentlicht, d.h. mit der Herausgabe der MAK- und BAT-Werte-Liste, in der Regel am 1. Juli. Zudem werden die Ankündigungen auch auf der Homepage der Kommission bei der DFG veröffentlicht ([https://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/gremien/senat/arbeitsstoffe/ankuendigungsliste.pdf](https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/gremien/senat/arbeitsstoffe/ankuendigungsliste.pdf)). Dort sind bei Bedarf neben der regelmäßigen Aktualisierung im Juli jeden Jahres jederzeit weitere Ankündigungen von beabsichtigten Neuaufnahmen und Änderungen möglich. Im Falle von Änderungen wird die Art der beabsichtigten Änderung mitgeteilt, ferner der vorliegende Anlass. Mit der Ankündigung wird die Aufforderung verbunden, der Kommission sachbezogene Informationen und Kommentare mitzuteilen.
2. Abgeschlossene Überprüfungen von Stoffen in den Teilen MAK-Werte und Beurteilungswerte in biologischem Material werden in den „Änderungen und Neuaufnahmen“ der MAK- und BAT-Werte-Liste (Anhang Seite I) detailliert aufgeführt und auf der Homepage der Kommission bei der DFG veröffentlicht (Liste der Änderungen und Neuaufnahmen; [https://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/gremien/senat/arbeitsstoffe/aenderungen\\_neuaufnahmen.pdf](https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/gremien/senat/arbeitsstoffe/aenderungen_neuaufnahmen.pdf)) sowie im Bundesanzeiger bekannt gegeben. Die Kommission hat diese Vorschläge verabschiedet, stellt sie jedoch für die Dauer von sechs Monaten zur Diskussion. Bis dahin können dem Kommissionssekretariat neue Daten oder wissenschaftliche Kommentare vorgelegt werden, die von der Kommission geprüft und ggf. für die endgültige Verabschiedung berücksichtigt werden.

# Im Jahr 2020/2021 abgeschlossene Änderungen und Neuaufnahmen von Stoffen in den Teilen MAK-Werte und Beurteilungswerte in biologischem Material

## Teil MAK-Werte

### a) Alphabetische Sortierung :

#### Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S']dioxodi- $\mu$ -thioxodimolybdän [68958-92-9; 72030-25-2]

vgl. Abschn. IIb und Xc

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: –  
 Sens: –  
 KanzKat: –  
 KmutKat: –

Neuaufnahme

#### Blei [7439-92-1] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion)

außer Bleiarsenat und Bleichromat

vgl. Abschn. XII

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,004 E  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: A  
 Hautres: –  
 Sens: –  
 KanzKat: 4  
 KmutKat: 3A

Änderung

bislang MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 bislang Spzbg: –  
 bislang SchwGr: –

bislang KanzKat: 2

#### 2-Butanthiol [513-53-1]

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2

Auch bei Einhaltung des MAK-Wertes sind im Einzelfall „Geruchs-assoziierte“ Symptome nicht auszuschließen, vgl. Abschn. I e)

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 7,5  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: D  
 Hautres: H  
 Sens: –  
 KanzKat: –  
 KmutKat: –

Änderung

bislang MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2

#### Chloroform [67-66-3]

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2,5  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 Sens: –  
 KanzKat: 4  
 KmutKat: –

Einstufungs-Überprüfung: Keine Änderung

**2-Diethylaminoethanol [100-37-8]**

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 9,7  
 Spzbg: I(1)  
 Ein Momentanwert von 5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 24 mg/m<sup>3</sup>  
 sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: C  
 Hautres: –  
 Sens: –  
 KanzKat: –  
 KmutKat: –

**Änderung**

bislang MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 bislang MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 24  
 bislang Spzbg: I(1)

bislang Hautres: H

**N,N-Dimethyl-p-toluidin [99-97-8]**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: –  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3B

**Neuaufnahme****2-Ethylhexyleoleat [26399-02-0]**

vgl. Abschn. Xc  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A  
 Spzbg: II(4)  
 SchwGr: D  
 Hautres: –  
 Sens: –  
 KanzKat: –  
 KmutKat: –

**Neuaufnahme****Fettalkoholethoxylate, C16–18 und****C18-ungesättigt [68920-66-1]**

vgl. Abschn. IIb und Xc  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: –  
 Sens: –  
 KanzKat: –  
 KmutKat: –

**Neuaufnahme****N-(2-Hydroxyethyl)piperidin [3040-44-6]**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

vgl. Abschn. Xc  
 MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 11  
 Spzbg: I(1)  
 Ein Momentanwert von 5 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 27 mg/m<sup>3</sup>  
 sollte nicht überschritten werden.  
 SchwGr: D  
 Hautres: –  
 Sens: Sh  
 KanzKat: –  
 KmutKat: –

**Neuaufnahme****Isofluran [26675-46-7]**

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 2  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 15  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: D  
 Hautres: –  
 Sens: –  
 KanzKat: –  
 KmutKat: –

**Änderung**

bislang MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 bislang MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 bislang Spzbg: –  
 bislang SchwGr: –

**Kieselsäuren, amorphe a) synthetische kolloidale amorphe Kieselsäure [7631-86-9] einschl. pyrogener Kieselsäure [112945-52-5] und im Nassverfahren hergestellter synthetischer Kieselsäure (Fällungskieselsäure, Kieselgel) [7631-86-9] sowie ungebrannter Kieselgur [61790-53-2]**

vgl. Abschn. V

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,5 A  
 Spzbg: II(8)  
 SchwGr: C  
 Hautres: –  
 Sens: –  
 KanzKat: –  
 KmutKat: –

**Änderung**

bislang MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4 E  
 bislang Spzbg: –

**2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4]**

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: –  
 Sens: Sh  
 KanzKat: 3  
 KmutKat: –

**Änderung**

bislang MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4 E

bislang SchwGr: C

**2-Methyl-2-propanthiol [75-66-1]**

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1

Auch bei Einhaltung des MAK-Wertes sind im Einzelfall „Geruchs-assoziierte“ Symptome nicht auszuschließen, vgl. Abschn. I e)

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 3,7  
 Spzbg: II(2)  
 SchwGr: C  
 Hautres: H  
 Sens: Sh  
 KanzKat: –  
 KmutKat: –

**Änderung**

bislang MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 1

**Morpholin [110-91-8]**

Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611.

Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosomorpholins führen, vgl. Abschn. III „Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung...“.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 18  
 Spzbg: I(1)

Ein Momentanwert von 10 ml/m<sup>3</sup> entsprechend 36 mg/m<sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.

SchwGr: C  
 Hautres: –  
 Sens: –  
 KanzKat: –  
 KmutKat: –

**Änderung**

bislang MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 10  
 bislang MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 36  
 bislang Spzbg: I(2)

bislang SchwGr: D

**Naphthalin [91-20-3]**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen, vgl. Abschn. III "Pyrolyseprodukte aus organischem Material"

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –  
 MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –  
 Spzbg: –  
 SchwGr: –  
 Hautres: H  
 Sens: –  
 KanzKat: 2  
 KmutKat: 3B

**Einstufungs-Überprüfung: Keine Änderung**

**2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol)****[90-66-4]**

vgl. Abschn. Vf und g und Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 4 E

Spzbg: –

SchwGr: D

Hautres: –

Sens: –

KanzKat: –

KmutKat: –

**1,2,3-Trichlorbenzol [87-61-6]**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,38

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Hautres: H

Sens: Sh

KanzKat: –

KmutKat: –

**1,2,4-Trichlorbenzol [120-82-1]**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,38

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Hautres: H

Sens: –

KanzKat: –

KmutKat: –

**1,3,5-Trichlorbenzol [108-70-3]**

Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 0,5MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 0,38

Spzbg: II(2)

SchwGr: C

Hautres: H

Sens: –

KanzKat: –

KmutKat: –

**Triglyceride (Lardöl, Palmöl, Rapsöl, Sojaöl)**

vgl. Abschn. Xc

MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 A

Spzbg: II(4)

SchwGr: C

Hautres: –

Sens: –

KanzKat: –

KmutKat: –

**Triphenylphosphin [603-35-0]**MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 2 E

Spzbg: II(2)

SchwGr: D

Hautres: –

Sens: Sh

KanzKat: –

KmutKat: –

**Neuaufnahme****Änderung**bislang MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5bislang MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 38

bislang SchwGr: C

Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

bislang Sens: –

**Änderung**bislang MAK[ml/m<sup>3</sup>]: –bislang MAK[mg/m<sup>3</sup>]: –

bislang Spzbg: –

bislang SchwGr: –

bislang KanzKat: 3

**Änderung**bislang MAK[ml/m<sup>3</sup>]: 5bislang MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 38

bislang SchwGr: C

Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

**Neuaufnahme****Änderung**bislang MAK[mg/m<sup>3</sup>]: 5 E

bislang SchwGr: C

Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt

## b) Sortierung nach MAK-Werten und Einstufungen :

A. MAK-Wert [mg/m <sup>3</sup> ]	bisher	neu
<b>1. Änderung</b>		
Blei [7439-92-1] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion) außer Bleiarsenat und Bleichromat vgl. Abschn. XII	–	0,004 E
2-Butanthiol [513-53-1]	7,5	7,5 Auch bei Einhaltung des MAK-Wertes sind im Einzelfall „Geruchs-assoziierte“ Symptome nicht auszuschließen, vgl. Abschn. I e)
2-Diethylaminoethanol [100-37-8]	24	9,7
Isofluran [26675-46-7]	–	15
Kieselsäuren, amorphe a) synthetische kolloidale amorphe Kieselsäure [7631-86-9] einschl. pyrogener Kieselsäure [112945-52-5] und im Nassverfahren hergestellter synthetischer Kieselsäure (Fällungskieselsäure, Kieselgel) [7631-86-9] sowie ungebrannter Kieselgur [61790-53-2]	4 E	0,5 A
2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4] vgl. Abschn. Xc	4 E	–
2-Methyl-2-propanthiol [75-66-1]	3,7	3,7 Auch bei Einhaltung des MAK-Wertes sind im Einzelfall „Geruchs-assoziierte“ Symptome nicht auszuschließen, vgl. Abschn. I e)
Morpholin [110-91-8] Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611. Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosomorpholins führen, vgl. Abschn. III "Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . .".	36	18
1,2,3-Trichlorbenzol [87-61-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	38	0,38
1,2,4-Trichlorbenzol [120-82-1] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	–	0,38
1,3,5-Trichlorbenzol [108-70-3] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	38	0,38
Triphenylphosphin [603-35-0]	5 E	2 E
<b>A. MAK-Wert [mg/m<sup>3</sup>]</b>		
<b>2. Neuaufnahme</b>		
Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S'] dioxodi-μ-thioxodimolybdän [68958-92-9; 72030-25-2] vgl. Abschn. IIb und Xc	–	–
N,N-Dimethyl-p-toluidin [99-97-8] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	–	–
2-Ethylhexyleat [26399-02-0] vgl. Abschn. Xc	–	5 A
Fettaalkoholethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt [68920-66-1] vgl. Abschn. IIb und Xc	–	–
N-(2-Hydroxyethyl)piperidin [3040-44-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. Xc	–	11
2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol) [90-66-4] vgl. Abschn. Vf und g und Xc	–	4 E
Triglyceride (Lardöl, Palmöl, Rapsöl, Sojaöl) vgl. Abschn. Xc	–	5 A

**A. MAK-Wert [mg/m<sup>3</sup>]****3. Einstufungs-Überprüfung: Keine Änderung**

	bisher	neu
Chloroform [67-66-3]	2,5	2,5
Naphthalin [91-20-3]	–	–
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. III "Pyrolyseprodukte aus organischem Material"		

**B. Spitzenbegrenzung****1. Änderung**

	bisher	neu
Blei [7439-92-1] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion) außer Bleiarisat und Bleichromat vgl. Abschn. XII	–	II(8)
2-Diethylaminoethanol [100-37-8]	I(1)	I(1) Ein Momentanwert von 5 ml/m <sup>3</sup> entsprechend 24 mg/m <sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.
Isofluran [26675-46-7]	–	II(8)
Kieselsäuren, amorphe a) synthetische kolloidale amorphe Kieselsäure [7631-86-9] einschl. pyrogener Kieselsäure [112945-52-5] und im Nassverfahren hergestellter synthetischer Kieselsäure (Fällungskieselsäure, Kieselgel) [7631-86-9] sowie ungebrannter Kieselgur [61790-53-2]	–	II(8)
Morpholin [110-91-8]	I(2)	I(1) Ein Momentanwert von 10 ml/m <sup>3</sup> entsprechend 36 mg/m <sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.
Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611. Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosomorpholins führen, vgl. Abschn. III "Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . .".		
1,2,4-Trichlorbenzol [120-82-1]	–	II(2) Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.

**B. Spitzenbegrenzung****2. Neuaufnahme**

	bisher	neu
Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S'] dioxodi- $\mu$ -thioxodimolybdän [68958-92-9; 72030-25-2] vgl. Abschn. IIb und Xc	–	–
N,N-Dimethyl-p-toluidin [99-97-8]	–	–
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.		
2-Ethylhexyloleat [26399-02-0] vgl. Abschn. Xc	–	II(4)
Fettalkoholethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt [68920-66-1] vgl. Abschn. IIb und Xc	–	–
N-(2-Hydroxyethyl)piperidin [3040-44-6]	–	I(1) Ein Momentanwert von 5 ml/m <sup>3</sup> entsprechend 27 mg/m <sup>3</sup> sollte nicht überschritten werden.
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. Xc		
2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol) [90-66-4] vgl. Abschn. Vf und g und Xc	–	–
Triglyceride (Lardöl, Palmöl, Rapsöl, Sojaöl) vgl. Abschn. Xc	–	II(4)

<b>B. Spitzenbegrenzung</b>	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
<b>3. Einstufungs-Überprüfung: Keine Änderung</b>		
2-Butanthiol [513-53-1]	II(2)	II(2)
Chloroform [67-66-3]	II(2)	II(2)
2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4] vgl. Abschn. Xc	–	–
2-Methyl-2-propanthiol [75-66-1]	II(2)	II(2)
Naphthalin [91-20-3] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. III "Pyrolyseprodukte aus organischem Material"	–	–
1,2,3-Trichlorbenzol [87-61-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	II(2)	II(2)
1,3,5-Trichlorbenzol [108-70-3] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	II(2)	II(2)
Triphenylphosphin [603-35-0]	II(2)	II(2)
<b>C. Schwangerschaftsgruppe zum MAK-Wert</b>	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
<b>1. Änderung</b>		
Blei [7439-92-1] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion) außer Bleiarsenat und Bleichromat vgl. Abschn. XII	–	A
Isofluran [26675-46-7]	–	D
2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4] vgl. Abschn. Xc	C	–
Morpholin [110-91-8] Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611. Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosomorpholins führen, vgl. Abschn. III "Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . .".	D	C
1,2,3-Trichlorbenzol [87-61-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	C	C
1,2,4-Trichlorbenzol [120-82-1] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt	–
1,3,5-Trichlorbenzol [108-70-3] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	–	C
Triphenylphosphin [603-35-0]	C Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt	C
	C Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt	D
	C Schwangerschaftsgruppe C wurde 2011 überprüft und bestätigt	D
<b>C. Schwangerschaftsgruppe zum MAK-Wert</b>	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
<b>2. Neuaufnahme</b>		
Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S'] dioxodi- $\mu$ -thioxodimolybdän [68958-92-9; 72030-25-2] vgl. Abschn. IIb und Xc		–
N,N-Dimethyl-p-toluidin [99-97-8] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.		–
2-Ethylhexyloleat [26399-02-0] vgl. Abschn. Xc		D
Fettalkoholethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt [68920-66-1] vgl. Abschn. IIb und Xc		–
N-(2-Hydroxyethyl)piperidin [3040-44-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. Xc		D
2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol) [90-66-4] vgl. Abschn. Vf und g und Xc		D
Triglyceride (Lardöl, Palmöl, Rapsöl, Sojaöl) vgl. Abschn. Xc		C

<b>C. Schwangerschaftsgruppe zum MAK-Wert</b>	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
<b>3. Einstufungs-Überprüfung: Keine Änderung</b>		
2-Butanthiol [513-53-1]	D	D
Chloroform [67-66-3]	C	C
2-Diethylaminoethanol [100-37-8]	C	C
Kieselsäuren, amorphe a) synthetische kolloidale amorphe Kieselsäure [7631-86-9] einschl. pyrogener Kieselsäure [112945-52-5] und im Nassverfahren hergestellter synthetischer Kieselsäure (Fällungskieselsäure, Kieselgel) [7631-86-9] sowie ungebrannter Kieselgur [61790-53-2]	C	C
2-Methyl-2-propanthiol [75-66-1]	C	C
Naphthalin [91-20-3]	–	–
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. III "Pyrolyseprodukte aus organischem Material"		
<b>D. Hautresorption</b>	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
<b>1. Änderung</b>		
2-Diethylaminoethanol [100-37-8]	H	–
<b>D. Hautresorption</b>	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
<b>2. Neuaufnahme</b>		
Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S'] dioxodi- $\mu$ -thioxodimolybdän [68958-92-9; 72030-25-2] vgl. Abschn. IIb und Xc		–
N,N-Dimethyl-p-toluidin [99-97-8]		H
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.		
2-Ethylhexyleat [26399-02-0] vgl. Abschn. Xc		–
Fettalkoholethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt [68920-66-1] vgl. Abschn. IIb und Xc		–
N-(2-Hydroxyethyl)piperidin [3040-44-6]		–
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. Xc		
2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol) [90-66-4] vgl. Abschn. Vf und g und Xc		–
Triglyceride (Lardöl, Palmöl, Rapsöl, Sojaöl) vgl. Abschn. Xc		–

<b>D. Hautresorption</b>	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
<b>3. Einstufungs-Überprüfung: Keine Änderung</b>		
Blei [7439-92-1] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion) außer Bleiarсенat und Bleichromat vgl. Abschn. XII	–	–
2-Butanthiol [513-53-1]	H	H
Chloroform [67-66-3]	H	H
Isofluran [26675-46-7]	–	–
Kieselsäuren, amorphe a) synthetische kolloidale amorphe Kieselsäure [7631-86-9] einschl. pyrogener Kieselsäure [112945-52-5] und im Nassverfahren hergestellter synthetischer Kieselsäure (Fällungskieselsäure, Kieselgel) [7631-86-9] sowie ungebrannter Kieselgur [61790-53-2]	–	–
2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4] vgl. Abschn. Xc	–	–
2-Methyl-2-propanthiol [75-66-1]	H	H
Morpholin [110-91-8] Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611. Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosomorpholins führen, vgl. Abschn. III "Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . ". "	–	–
Naphthalin [91-20-3] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. III "Pyrolyseprodukte aus organischem Material"	H	H
1,2,3-Trichlorbenzol [87-61-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	H	H
1,2,4-Trichlorbenzol [120-82-1] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	H	H
1,3,5-Trichlorbenzol [108-70-3] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	H	H
Triphenylphosphin [603-35-0]	–	–
<b>E. Sensibilisierung</b>	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
<b>1. Änderung</b>		
1,2,3-Trichlorbenzol [87-61-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	–	Sh
<b>E. Sensibilisierung</b>	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
<b>2. Neuaufnahme</b>		
Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S'] dioxodi- $\mu$ -thioxodimolybdän [68958-92-9; 72030-25-2] vgl. Abschn. IIb und Xc	–	–
N,N-Dimethyl-p-toluidin [99-97-8] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	–	–
2-Ethylhexyloleat [26399-02-0] vgl. Abschn. Xc	–	–
Fettalkoholethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt [68920-66-1] vgl. Abschn. IIb und Xc	–	–
N-(2-Hydroxyethyl)piperidin [3040-44-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. Xc	–	Sh
2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol) [90-66-4] vgl. Abschn. Vf und g und Xc	–	–
Triglyceride (Lardöl, Palmöl, Rapsöl, Sojaöl) vgl. Abschn. Xc	–	–

**E. Sensibilisierung****3. Einstufungs-Überprüfung: Keine Änderung**

	bisher	neu
Blei [7439-92-1] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion) außer Bleiarsenat und Bleichromat vgl. Abschn. XII	–	–
2-Butanthiol [513-53-1]	–	–
Chloroform [67-66-3]	–	–
2-Diethylaminoethanol [100-37-8]	–	–
Isofluran [26675-46-7]	–	–
Kieselsäuren, amorphe a) synthetische kolloidale amorphe Kieselsäure [7631-86-9] einschl. pyrogener Kieselsäure [112945-52-5] und im Nassverfahren hergestellter synthetischer Kieselsäure (Fällungskieselsäure, Kieselgel) [7631-86-9] sowie ungebrannter Kieselgur [61790-53-2]	–	–
2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4] vgl. Abschn. Xc	Sh	Sh
2-Methyl-2-propanthiol [75-66-1]	Sh	Sh
Morpholin [110-91-8]	–	–
Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611. Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosomorpholins führen, vgl. Abschn. III "Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . ."		
Naphthalin [91-20-3]	–	–
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. III "Pyrolyseprodukte aus organischem Material"		
1,2,4-Trichlorbenzol [120-82-1]	–	–
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.		
1,3,5-Trichlorbenzol [108-70-3]	–	–
Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.		
Triphenylphosphin [603-35-0]	Sh	Sh

**F. Kanzerogenität****1. Änderung**

	bisher	neu
Blei [7439-92-1] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion) außer Bleiarsenat und Bleichromat vgl. Abschn. XII	2	4
1,2,4-Trichlorbenzol [120-82-1] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	3	–

**F. Kanzerogenität****2. Neuaufnahme**

	bisher	neu
Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S'] dioxodi- $\mu$ -thioxodimolybdän [68958-92-9; 72030-25-2] vgl. Abschn. IIb und Xc		–
N,N-Dimethyl-p-toluidin [99-97-8] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.		2
2-Ethylhexyloleat [26399-02-0] vgl. Abschn. Xc		–
Fettalkoholethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt [68920-66-1] vgl. Abschn. IIb und Xc		–
N-(2-Hydroxyethyl)piperidin [3040-44-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. Xc		–
2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol) [90-66-4] vgl. Abschn. Vf und g und Xc		–
Triglyceride (Lardöl, Palmöl, Rapsöl, Sojaöl) vgl. Abschn. Xc		–

<b>F. Kanzerogenität</b>	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
<b>3. Einstufungs-Überprüfung: Keine Änderung</b>		
2-Butanthiol [513-53-1]	–	–
Chloroform [67-66-3]	4	4
2-Diethylaminoethanol [100-37-8]	–	–
Isofluran [26675-46-7]	–	–
Kieselsäuren, amorphe a) synthetische kolloidale amorphe Kieselsäure [7631-86-9] einschl. pyrogener Kieselsäure [112945-52-5] und im Nassverfahren hergestellter synthetischer Kieselsäure (Fällungskieselsäure, Kieselgel) [7631-86-9] sowie ungebrannter Kieselgur [61790-53-2]	–	–
2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4] vgl. Abschn. Xc	3	3
2-Methyl-2-propanthiol [75-66-1]	–	–
Morpholin [110-91-8] Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611. Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosomorpholins führen, vgl. Abschn. III "Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . ."	–	–
Naphthalin [91-20-3] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. III "Pyrolyseprodukte aus organischem Material"	2	2
1,2,3-Trichlorbenzol [87-61-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	–	–
1,3,5-Trichlorbenzol [108-70-3] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	–	–
Triphenylphosphin [603-35-0]	–	–
 <b>G. Keimzellmutagenität</b>		
<b>2. Neuaufnahme</b>		
Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S'] dioxodi- $\mu$ -thioxodimolybdän [68958-92-9; 72030-25-2] vgl. Abschn. IIb und Xc	–	–
N,N-Dimethyl-p-toluidin [99-97-8] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	–	3B
2-Ethylhexyloleat [26399-02-0] vgl. Abschn. Xc	–	–
Fettalkoholethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt [68920-66-1] vgl. Abschn. IIb und Xc	–	–
N-(2-Hydroxyethyl)piperidin [3040-44-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. Xc	–	–
2,2'-Thiobis(4-methyl-6-tert-butylphenol) [90-66-4] vgl. Abschn. Vf und g und Xc	–	–
Triglyceride (Lardöl, Palmöl, Rapsöl, Sojaöl) vgl. Abschn. Xc	–	–

**G. Keimzellmutagenität****3. Einstufungs-Überprüfung: Keine Änderung**

	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
Blei [7439-92-1] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion) außer Bleiarsenat und Bleichromat vgl. Abschn. XII	3A	3A
2-Butanthiol [513-53-1]	–	–
Chloroform [67-66-3]	–	–
2-Diethylaminoethanol [100-37-8]	–	–
Isofluran [26675-46-7]	–	–
Kieselsäuren, amorphe a) synthetische kolloidale amorphe Kieselsäure [7631-86-9] einschl. pyrogener Kieselsäure [112945-52-5] und im Nassverfahren hergestellter synthetischer Kieselsäure (Fällungskieselsäure, Kieselgel) [7631-86-9] sowie ungebrannter Kieselgur [61790-53-2]	–	–
2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4] vgl. Abschn. Xc	–	–
2-Methyl-2-propanthiol [75-66-1]	–	–
Morpholin [110-91-8] Verwendungsverbot als Kühlschmierstoffkomponente: siehe TRGS 611. Reaktion mit nitrosierenden Agentien kann zur Bildung des kanzerogenen N-Nitrosomorpholins führen, vgl. Abschn. III "Entstehung kanzerogener Nitrosamine durch Nitrosierung . . ."	–	–
Naphthalin [91-20-3] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen. vgl. Abschn. III "Pyrolyseprodukte aus organischem Material"	3B	3B
1,2,3-Trichlorbenzol [87-61-6] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	–	–
1,2,4-Trichlorbenzol [120-82-1] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	–	–
1,3,5-Trichlorbenzol [108-70-3] Der Stoff kann gleichzeitig als Dampf und Aerosol vorliegen.	–	–
Triphenylphosphin [603-35-0]	–	–

**H. Stoffe in Abschnitt IIb****2. Neuaufnahme**

	<b>bisher</b>	<b>neu</b>
Bis[O,O-bis(2-ethylhexyl)dithiophosphorato-S,S'] dioxodi- $\mu$ -thioxodimolybdän [68958-92-9; 72030-25-2] vgl. Abschn. IIb und Xc	–	–
Fettalkoholethoxylate, C16–18 und C18-ungesättigt [68920-66-1] vgl. Abschn. IIb und Xc	–	–

## Teil Beurteilungswerte in biologischem Material

### Biologischer Arbeitsstoff-Toleranzwert, BAT-Wert Änderungen

- \* Aceton [67-64-1] bislang 80 mg/l Urin  
50 mg/l Urin, Parameter Aceton
- \* Blei und seine Verbindungen (außer Bleiarsenat, Bleichromat und Alkylbleiverbindungen) [7439-92-1] bislang BLW 200 µg/l Blut für Frauen > 45 Jahre und für Männer  
150 µg/l Blut, Parameter Blei

### Biologischer Arbeitsstoff-Toleranzwert, BAT-Wert Neuaufnahmen

- \* Diethylenglykoldimethylether [111-96-6] bislang kein BAT-Wert  
15 mg/l Urin, Parameter Methoxyessigsäure

### Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe, EKA Änderungen

- \* Ethylen [74-85-1] bislang EKA  
nicht festgelegt
- \* Naphthalin [91-20-3] bislang keine EKA  
Parameter 1,2-Dihydroxynaphthalin (nach Hydrolyse),  
1- und 2-Naphthol (nach Hydrolyse), 1-Naphthylmer-  
kaptursäure im Urin
- \* Vanadium [7440-62-2] Bestätigung der EKA  
Parameter Vanadium im Urin
- \* Vinylchlorid [75-01-4] bislang EKA  
nicht festgelegt

### Biologische Leitwerte, BLW Änderungen

- \* Blei und seine Verbindungen (außer Bleiarsenat, Bleichromat und Alkylbleiverbindungen) [7439-92-1] bislang 200 µg/l Blut für Frauen > 45 Jahre und für Männer  
nicht festgelegt (BAT-Wert abgeleitet)

### Biologische Arbeitsstoff-Referenzwerte, BAR Änderungen

- \* Aceton [67-64-1] bislang kein BAR  
2,5 mg/l Urin, Parameter Aceton
- \* Ethylenoxid [75-21-8] bislang kein BAR  
5 µg/g Kreatinin, Parameter Hydroxyethylmerkaptur-  
säure  
60 pmol/g Globin, Parameter N-(2-Hydroxyethyl)valin

### Schwangerschaftsgruppen zum BAT-Wert

- \* Aceton [67-64-1] Gruppe B, mit Hinweis auf Voraussetzung für  
Gruppe C
- \* Blei und seine Verbindungen (außer Bleiarsenat, Bleichromat und Alkylbleiverbindungen) [7439-92-1] Gruppe A
- \* 1,4-Dichlorbenzol [106-46-7] Gruppe C
- \* N,N-Dimethylacetamid [127-19-5] Gruppe C
- \* 1,4-Dioxan [123-91-1] Gruppe C



## Überprüfung von Stoffen: Ankündigungsliste

Die „Ständige Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft diskutiert Änderungen bzw. Ergänzungen von MAK-Werten und Einstufungen sowie Beurteilungswerten in biologischem Material für die Liste 2022 (Mitteilung 58) und folgende:

### Ankündigungsliste

Stoff	Diskussionspunkt	Anlass
Acrylamid [79-06-1]	Reevaluierung der EKA	Anregung aus der Kommission
Acrylate (Mono- und Oligomere)	sensibilisierende Wirkung	Anregung aus der Kommission
Allgemeiner Staubgrenzwert (einatembare Fraktion)	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Aluminium [7429-90-5] und seine anorganischen Verbindungen	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
Aluminiumchlorhydrat [1327-41-9; 11097-68-0; 84861-98-3]	Hautresorption, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
Anilin [62-53-3]	(Re-)evaluierung der Schwangerschaftsgruppe zum BAT-Wert	Anregung aus der Kommission
Arsen [7440-38-2] und anorganische Arsenverbindungen	Reevaluierung des BLW	Anregung aus der Kommission
	Reevaluierung der EKA	Anregung aus der Kommission
Benzophenon [119-61-9]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
Benzylformiat [104-57-4]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
Bisphenol A (4,4'-Iso-propylidendiphenol) [80-05-7]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
	Reevaluierung des BLW	Anregung aus der Kommission
Bleitetraethyl [78-00-2] (als Pb berechnet)	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
	Reevaluierung des BAT-Wertes	Anregung aus der Kommission
Bleitramethyl [75-74-1] (als Pb berechnet)	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
	Reevaluierung des BAT-Wertes	Anregung aus der Kommission
2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluorethan (Halothan) [151-67-7]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
1-Butanol [71-36-3]	Reevaluierung des BAT-Wertes	Anregung aus der Kommission
2-Butoxyethanol [111-76-2]	(Re-)evaluierung der Schwangerschaftsgruppe zum BAT-Wert	Anregung aus der Kommission
p-tert-Butylbenzoesäure [98-73-7]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
tert-Butylhydroperoxid [75-91-2]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Butylhydroxytoluol (BHT) [128-37-0]	Evaluierung eines BAR	Anregung aus der Kommission
p-tert-Butylphenol (ptBP) [98-54-4]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Cadmium [7440-43-9] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion)	krebserzeugende Wirkung	Anregung aus der Kommission
	Reevaluierung von Beurteilungswerten in biologischem Material	Anregung aus der Kommission

<b>Stoff</b>	<b>Diskussionspunkt</b>	<b>Anlass</b>
Calciumsulfat (alveolengängige Fraktion) Anhydrit [7778-18-9] Hemihydrat [10034-76-1] Dihydrat [10101-41-4] Gips [13397-24-5]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Calciumsulfat (einatembare Fraktion) Anhydrit [7778-18-9] Hemihydrat [10034-76-1] Dihydrat [10101-41-4] Gips [13397-24-5]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Cerdioxid [1306-38-3]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
2-Chlor-10-(3-(dimethylamino)propyl)phenothiazin (Chlorpromazin) [50-53-3]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Chrom(III)-Verbindungen	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Diallylphthalat [131-17-9]	krebserzeugende Wirkung	Anregung aus der Kommission
Dibenzoylperoxid [94-36-0]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
2,2'-Dichlordiethylether [111-44-4]	MAK-Wert	Anregung aus dem UAIII
1,1-Dichlorethen [75-35-4]	MAK-Wert krebserzeugende Wirkung	Anregung aus dem UAIII
1,2-Dichlorethen sym. [540-59-0] (cis- [156-59-2]) und trans- [156-60-5])	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Dichlormethan [75-09-2]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
2,2-Dichlorpropionsäure [75-99-0]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Diethylen glykolmonomethylether [111-77-3]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
	Evaluierung von Beurteilungswerten in biologischem Material	Anregung aus der Kommission
Diisononylphthalat [28553-12-0]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
Dinitrotoluol (Isomerengemische) [25321-14-6]	krebserzeugende Wirkung	Anregung aus der Kommission
Dipropylenglykolmonomethylether [34590-94-8] (Isomerengemisch)	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Ethylen [74-85-1]	Reevaluierung der EKA-Korrelation	Anregung aus der Kommission
Ethylenoxid [75-21-8]	Reevaluierung der EKA-Korrelation	Anregung aus der Kommission
Ethylformiat [109-94-4]	MAK-Wert	Anregung aus dem UAIII
N-Ethyl-2-pyrrolidon [2687-91-4]	Evaluierung eines BLW	Anregung aus der Kommission
Fluorwasserstoff [7664-39-3]	(Re-)evaluierung der Schwangerschaftsgruppe zum BAT-Wert	Anregung aus der Kommission
Flurane (Desfluran, Enfluran, Isofluran, Sevofluran)	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
	Evaluierung von Beurteilungswerten in biologischem Material	Anregung aus der Kommission
Glaswollefasern ehemals Glasfasern (Faserstaub)	krebserzeugende Wirkung	Anregung aus der Kommission

<b>Stoff</b>	<b>Diskussionspunkt</b>	<b>Anlass</b>
Graphen [1034343-98-0]	krebserzeugende Wirkung, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
n-Hexan [110-54-3]	Reevaluierung des BAT-Wertes	Anregung aus der Kommission
2-Hexanon [591-78-6]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Hydrazin [302-01-2]	Reevaluierung der EKA-Korrelation	Anregung aus der Kommission
Indium [7440-74-6] und seine anorganischen Verbindungen	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
	Evaluierung von Beurteilungswerten in biologischem Material	Anregung aus der Kommission
Iodmethan [74-88-4]	krebserzeugende Wirkung	Anregung aus der Kommission
Isofluran [26675-46-7]	Evaluierung von Beurteilungswerten in biologischem Material	Anregung aus der Kommission
Isophorondiisocyanat [4098-71-9]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Kieselsäuren, amorphe b) Kieselglas [60676-86-0], Kieselgut [60676-86-0], Kieselrauch [69012-64-2], gebrannte Kieselgur [68855-54-9]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
	krebserzeugende Wirkung	Anregung aus der Kommission
Kohlendioxid [124-38-9]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Kühlschmierstoffe	Toxizität und Kanzerogenität	vgl. Abschn. Xc
Kupfer [7440-50-8] und seine anorganischen Verbindungen	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Mangan [7439-96-5] und seine anorganischen Verbindungen (alveolengängige Fraktion)	MAK-Wert	Anregung aus dem Ausschuss für Gefahrstoffe
Mangan [7439-96-5] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion)	MAK-Wert	Anregung aus dem Ausschuss für Gefahrstoffe
2-Mercaptobenzothiazol [149-30-4]	Evaluierung von Beurteilungswerten in biologischem Material	Anregung aus der Kommission
Methoxyessigsäure [625-45-6]	Reevaluierung von Beurteilungswerten in biologischem Material	Anregung aus der Kommission
2-Methoxyethanol [109-86-4]	Reevaluierung von Beurteilungswerten in biologischem Material	Anregung aus der Kommission
2-Methoxyethylacetat [110-49-6]	Reevaluierung von Beurteilungswerten in biologischem Material	Anregung aus der Kommission
5-Methylheptan-3-on [541-85-5]	MAK-Wert	Anregung aus dem UAIII
N-Methyl-2-pyrrolidon [872-50-4]	Reevaluierung des BAT-Wertes	Anregung aus der Kommission
Molybdändisulfid [1317-33-5]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
Naphtha (Erdöl) mit Wasserstoff behandelte, schwere [64742-48-9]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
1,5-Naphthylendiisocyanat [3173-72-6]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Nickeltetracarbonyl [13463-39-3]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
Pentachlorphenol [87-86-5]	krebserzeugende Wirkung	Anregung aus der Kommission
Perfluorisobuten [382-21-8]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission

<b>Stoff</b>	<b>Diskussionspunkt</b>	<b>Anlass</b>
Perfluorooctansäure (PFOA) [335-67-1] und ihre Salze	Reevaluierung des BAT-Wertes	Anregung aus der Kommission
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) [1763-23-1] und ihre Salze	Reevaluierung des BAT-Wertes	Anregung aus der Kommission
Phenol [108-95-2]	MAK-Wert	Anregung aus dem UAIII
p-Phenylendiamin [106-50-3]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
2-(Propyloxy)ethylacetat [20706-25-6]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Quarz [14808-60-7]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Quecksilberverbindungen, organische	krebserzeugende Wirkung	Anregung aus der Kommission
Schwefelhexafluorid [2551-62-4]	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Selen [7782-49-2] und seine anorganischen Verbindungen (als Se berechnet)	MAK-Wert	Anregung aus dem UAIII
	(Re-)evaluierung der Schwangerschaftsgruppe zum BAT-Wert	Anregung aus der Kommission
Sojabohneninhaltsstoffe	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
Styrol [100-42-5]	(Re-)evaluierung der Schwangerschaftsgruppe zum BAT-Wert	Anregung aus der Kommission
Tetrabrombisphenol A [79-94-7]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
Tetrahydrofuran [109-99-9]	MAK-Wert	Anregung aus dem UAIII
1,3,4,6-Tetra(hydroxymethyl)-[3aH,6aH]-1,3,4,6-tetraazabicyclooktan-2,5-dion (TMAD) [5395-50-6]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
N-Tosyl-6-aminocaprinsäure [78521-39-8]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission
Tri-n-butylphosphat [126-73-8]	Hautresorption	Anregung aus der Kommission
N,N',N''-Tris(β-hydroxypropyl)hexahydro-1,3,5-triazin [25254-50-6]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Praxis
Vanadium [7440-62-2] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion)	MAK-Wert	Anregung aus der Kommission
	krebserzeugende Wirkung	Anregung aus der Kommission
Vinylchlorid [75-01-4]	Reevaluierung des BAR	Anregung aus der Kommission
Xylol (alle Isomere) [1330-20-7]	Reevaluierung des BAT-Wertes	Anregung aus der Kommission
Zink [7440-66-6] und seine anorganischen Verbindungen (einatembare Fraktion)	MAK-Wert	Anregung aus dem Ausschuss für Gefahrstoffe
Zinkdiamyldithiocarbamat, auch andere Alkylgruppen [15337-18-5]	MAK-Wert, Neuaufnahme	Anregung aus der Kommission

Die aktuell angekündigten Stoffe sind auf der DFG-Homepage als Liste der geplanten Substanzbewertungen zu finden unter dem Link: [https://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/gremien/senat/arbeitsstoffe/ankuendigungsliste.pdf](https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/gremien/senat/arbeitsstoffe/ankuendigungsliste.pdf)

Betriebsärzte, Hersteller und Anwender von Industriechemikalien, damit befasste Forschungsinstitute sowie Aufsichtsbehörden und andere staatliche Einrichtungen werden gebeten, der Kommission weitere, bisher noch nicht erfasste Arbeitsstoffe mitzuteilen.

Wissenschaftliche und technische Angaben und Erfahrungen zu den oben aufgeführten Stoffen werden bis zum

1. Februar 2022

erbeten an die

Geschäftsstelle der Deutschen Forschungsgemeinschaft  
53170 Bonn

Prof. Dr. A. Hartwig  
Vorsitzende der Kommission  
zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe





### Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kennedyallee 40 · 53175 Bonn  
Postanschrift: 53170 Bonn  
Telefon: +49 228 885-1  
Telefax: +49 228 885-2777  
arbeitsstoffkommission@dfg.de  
www.dfg.de

ISSN 0417-1810

ISBN 978-3-982-2007-1-2



    
<https://mak-dfg.publisso.de>