



ARBEITSGEMEINSCHAFT  
ÖKOLOGISCHER  
FORSCHUNGSINSTITUTE e.V

## **AGÖF-Orientierungswerte für mittel- und schwerflüchtige organische Verbindungen und Schwermetalle im Hausstaub**

Fassung Frühjahr 2004

Im Frühjahr 2004 wurden der Öffentlichkeit erstmals AGÖF-Orientierungswerte zur Beurteilung von Belastungen in der Raumluft und im Hausstaub vorgestellt. Die "AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft" wurden inzwischen überarbeitet. Grundlage hierfür war ein Datenpool aus den Jahren 2002 bis 2006, der im Rahmen des AGÖF-Forschungsprojekts "Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluft" erstellt wurde. Die aktuelle Fassung ist zu finden unter:

<http://agoef.de/agoef/oewerte/orientierungswerte.html>. Die „AGÖF-Orientierungswerte für mittel- und schwerflüchtige organische Verbindungen und Schwermetalle im Hausstaub“ sind zur Zeit in Überarbeitung, mit einer Veröffentlichung ist in der zweiten Jahreshälfte 2009 zu rechnen.

### **1. Vorbemerkungen: Bewerten!**

Für Innenraumschadstoffe gibt es bislang mit wenigen Ausnahmen keine gesetzlich festgelegten Grenzwerte. Trotzdem müssen Ergebnisse von Raumluft- und Hausstaubuntersuchungen hinsichtlich ihrer Gefährlichkeit für die exponierten Personen beurteilt werden. Die gegenwärtig existierenden Bewertungskonzepte für Innenraumschadstoffe lassen sich in zwei Kategorien unterteilen:

- toxikologisch abgeleitete Bewertungskonzepte
- statistisch abgeleitete Bewertungskonzepte

Bei der toxikologischen Ableitung von Richtwerten geht man häufig von Experimenten aus, bei denen Versuchstiere verschiedenen hohen Konzentrationen eines einzelnen Schadstoffes ausgesetzt wurden. Mit Hilfe dieser Versuche wird eine Dosis ermittelt, bei der im Tierversuch keine erkennbaren Gesundheitsschäden wie Organveränderungen oder Stoffwechselstörungen mehr auftreten. Aus den Ergebnissen des Tierversuchs werden dann mit Hilfe sogenannter "Unsicherheitsfaktoren" Richtwerte für den Menschen berechnet.

Statistisch abgeleitete Richtwerte werden aus den Ergebnissen einer Vielzahl möglichst repräsentativer Raumluftmessungen berechnet. Mit Hilfe statistischer Rechenverfahren werden aus diesen Daten für die einzelnen Schadstoffe Schadstoffbelastungen ermittelt, deren Überschreitung eine Auffälligkeit darstellt.

Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile. Die Ableitung von Vorsorgewerten für den Menschen aus Tierversuchsdaten ist trotz der Verwendung von "Sicherheitsfaktoren" eine äußerst unsichere Angelegenheit. Berücksichtigt werden nur Gesundheitsschäden, die an den Versuchstieren erkennbar sind. Da ein Tier nicht über Kopfschmerzen und Konzentrationsstörungen klagen kann, bleiben derartige Beschwerden, die einen Großteil der von Innenraumschadstoffen verursachten gesundheitlichen Probleme ausmachen, unberücksichtigt. Auch die Frage, welcher "Sicherheitsfaktor" zum Beispiel für den Schutz besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen wie Kleinkinder oder kranke Menschen verwendet wird, ist wissenschaftlich fundiert nicht zu beantworten. Ob und wie sich mehrere verschiedene Schadstoffe in ihrer Giftigkeit gegenseitig beeinflussen, ist mit dem toxikologischen Bewertungsansatz ebenfalls kaum zu klären. Gerade die Einwirkung einer Vielzahl von Schadstoffen auf den Menschen ist aber für die Belastungssituation in Innenräumen kennzeichnend.

Das statistische Verfahren zur Ableitung von Richtwerten geht einen anderen Weg: hier wird die durchschnittlich existierende Schadstoffbelastung der Innenraumluft ermittelt und als "normal" definiert. Statistisch abgeleitete Konzepte erlauben die Einstufung einer Vielzahl von Schadstoffen bei vertretbarem Aufwand. Allerdings kann das bereits vorhandene allgemeine Gesundheitsrisiko durch die existierende Schadstoffbelastung mit Hilfe statistisch abgeleiteter Richtwerte nicht erkannt werden. Die Überschreitung statistisch errechneter Richtwerte zeigt eine Auffälligkeit an, deren Ursache ermittelt und beseitigt werden sollte. Statistisch abgeleitete Richtwerte müssen regelmäßig anhand aktueller Analysedaten überprüft und gegebenenfalls einer veränderten Belastungssituation angepasst werden. Eine befriedigende Lösung der Probleme bei der Einschätzung des gesundheitlichen Risikos durch Schadstoffbelastungen in Innenräumen bietet keines der oben beschriebenen Bewertungskonzepte. In der Praxis hat sich jedoch herausgestellt, dass mit Hilfe statistisch begründeter Richtwerte in vielen Fällen Ursachen für gesundheitliche Beschwerden in Innenräumen ermittelt werden können.

## **2. Datenbasis und Hinweise zur Analytik**

Die vorliegenden "AGÖF-Orientierungswerte" gründen auf den in der täglichen Arbeit ermittelten Untersuchungsergebnissen der beteiligten Mitgliedsinstitute. Der Zeitraum der Datenerhebung umfasst dabei die letzten zehn Jahre und repräsentiert ein Grundgesamt von mehr als 2.000 Raumluftmessungen und über 3.500 Hausstaubanalysen.

Die von verschiedenen Instituten zusammengeführten Analysedaten beruhen auf unterschiedlichen Laborverfahren. Bei den angewendeten Probenahme- und Analysemethoden handelt es sich um validierte Verfahren, die durch das AGÖF-Qualitätsmanagement, zum Beispiel durch Ringversuche, laufend evaluiert und kontrolliert werden.

Der Vergleich der verschiedenen Datensätze untereinander zeigt, dass zwischen den einzelnen Labor-Statistiken eine gute Übereinstimmung besteht. Zu Abweichungen kann es dann kommen, wenn neben analytischen Effekten vor allem die Probenahme unter besonderen Bedingungen oder in unüblichen Situationen vorgenommen wird. Daher sollen im Folgenden analytische Methoden und die probenahme-technischen Aspekte erläutert werden, auf deren Grundlage die vorliegenden Orientierungswerte erhalten wurden und deren Beachtung Voraussetzung ihrer Anwendbarkeit ist.

### **2.1 Hausstaubanalysen**

Die Probenahme von Hausstaub ist in der VDI-Vorschrift 4300, Blatt 8 beschrieben. Das Standardverfahren geht von einem Staub aus, der nach einer Grundreinigung der Wohnung über einen Zeitraum von sieben Tage in der Wohnung anfällt und dann mittels handelsüblichem Staubsauger von der frei begehbaren Bodenfläche in einen neuen Staubsaugerbeutel gesaugt wird. Die publizierten Daten (Kersten 2003, Walker 1999, Anbus 1998) ergeben, dass dadurch

ein Probenmaterial gewonnen wird, dessen Inhaltsstoffe ein stabiles Verteilungsmuster zeigen. Abweichungen entstehen dann, wenn der Staub über einen deutlich längeren Zeitraum gebildet wurde (sogenannter "Altstaub") oder wenn die Probenahme direkt auf belasteten Oberflächen vorgenommen wurde. In diesen Fällen können die "AGÖF-Orientierungswerte" nicht mehr vergleichend zur Beurteilung der Messwerte heran gezogen werden.

Die Aufarbeitung der Hausstaub-Probe erfolgt aus dem Gesamtstaub oder daraus abgeseibten Fraktionen (< 2 mm, < 63 µm). Generell gilt, dass die Konzentrationen der Staubinhaltsstoffe mit abnehmender Korngröße zunehmen. Der Gehalt im Feinstaub (< 63 µm) kann bis um das Fünffache über dem Gehalt im Gesamtstaub liegen. Die Homogenität des Staubes nimmt ebenfalls mit abnehmender Korngröße zu. Aus praktischen Gründen kann jedoch das Absieben einer Probe auf < 63 µm in Ermangelung ausreichender Masse Schwierigkeiten bereiten. Die den "AGÖF-Orientierungswerten" zu Grunde liegenden Messdaten wurden aus der Fraktion < 2 mm des Zwischenlagenstaubes (Staub zwischen den einzelnen Papierlagen eines Staubsaugerbeutel) oder aus der Fraktion < 63 µm aus dem Gesamtstaub gewonnen. Vergleichsuntersuchungen zeigen, dass beide Verfahren der Probenvorbereitung übereinstimmende Ergebnisse liefern. Bei Untersuchungsbefunden an anderen Korngrößen-Fractionen sind diese Aspekte zu berücksichtigen.

Die Extraktion der Staubprobe erfolgt mit n-Hexan, n-Hexan/Aceton oder Toluol. Bei Verwendung von reinem Aceton können sich Probleme mit der Matrix ergeben, da dieses polare Lösemittel eine Vielzahl sonstiger Staubinhaltsstoffe freisetzt. Die Aufarbeitung des organischen Extraktes kann über Festphasenextraktion (SPE), Gelpermeationschromatographie (GPC) oder Säulenchromatographie (SC) erfolgen.

Für die Bestimmung der Schwermetalle im Hausstaub wird die abgeseibte Staubfraktion mit Königswasser aufgeschlossen und extrahiert.

Für die analytische Bestimmung von Phenolen (unter anderem PCP) wird ein Derivatisierungsschritt für die Acetylierung vorgenommen, Fettsäuren werden mittels N,O-bis(Trimethylsilyl)acetamid silyliert.

Die Bestimmung der extrahierten Verbindungen erfolgt gaschromatographisch mit massenselektivem Detektor (GC/MS), Elektroneneinfang- und Flammenionisations-Detektor (GC/ECD-FID) oder Phosphor-Stickstoff-Detektor (GC/PND). Schwermetalle werden mittels Induktiv gekoppeltem Plasma (ICP) und Massenspektrometer (MS) beziehungsweise mittels Atomabsorptionsspektrometer (AAS) bestimmt.

### 3. Erläuterung der Werte

Die "AGÖF-Orientierungswerte" basieren auf statistischer Ableitung und umfassen "Hintergrund-, Normal- und Auffälligkeitwerte". Als Hintergrundwert wird dabei das 10-Perzentil der Messwerteverteilung verwendet, als Normalwert das 50-Perzentil und als Auffälligkeitwert das 90 Perzentil.

#### "Hintergrundwert"

Der "Hintergrundwert" beschreibt einen Zustand, der durch die konsequente Vermeidung von Emissionsquellen erreichbar und deswegen grundsätzlich anzustreben ist. Diese Hintergrundwerte liegen vielfach kleiner gleich der Nachweisgrenze der angewandten Methoden.

### **"Normalwert"**

Der "Normalwert" stellt die durchschnittliche Belastungssituation des betrachteten Kollektivs vor, die im Allgemeinen auf Quellen im Innenraum zurückgeht. Bei diesen Werten können zwar Innenraumquellen angenommen werden, ein Handlungsbedarf läßt sich daraus üblicherweise jedoch nicht ableiten.

### **"Auffälligkeitswert"**

Der "Auffälligkeitswert" beschreibt eine Überschreitung von in Innenräumen üblichen Konzentrationen und legt das Vorhandensein einer Schadstoffquelle nahe. Je nach Konzentration und Eigenschaften der Substanz sind weitere Untersuchungen zur Identifizierung der Quelle angezeigt. Unter Umständen ist eine Sanierung zu empfehlen.

### **"Hinweise"**

In der Spalte "Hinweise" werden stoffbezogene Kenntnisse aus dem Erfahrungsbereich der AGÖF und der wissenschaftlichen Literatur angegeben. Da es sich, anders als beim Arbeitsschutz, hier um das gesamte Bevölkerungsklientel handelt, werden die Langzeitwirkungen, bevölkerungsgruppenspezifische Sensibilität, wie Allergenität, und Risikogruppen wie Kleinkinder, besonders gewertet und in dieser Rubrik vermerkt.

In Einzelfällen wurden nicht statistisch begründete "Auffälligkeitswerte" festgesetzt. Diese Werte sind in der Tabelle mit einem Stern \* gekennzeichnet. Bei diesen Substanzen liegen die 90-Perzentil-Werte bereits oberhalb bekannter Wirkungen, so dass hier ein niedrigerer Auffälligkeitswert angegeben wurde. Die Gründe für die Herabsetzung werden in der Rubrik "Hinweise" genannt.

Für den VOC-Summenwert und für Formaldehyd werden von der statistischen Ableitung abweichend "Zielwerte" und "Handlungswerte" angegeben. Dabei beschreibt der "Zielwert" eine Größe, die bei Verwendung von schadstoffarmen Materialien erreicht werden kann. Der "Handlungswert" ist eine Größe, deren Überschreitung Maßnahmen zur Minimierung der Belastung erfordert.

## **4. Hinweise zur Anwendung**

Die von der AGÖF herausgegebenen Richtwerte sind zunächst statistisch und nicht toxikologisch abgeleitet. Sie beschreiben eine Überschreitung von in Innenräumen üblichen Konzentrationen. Eine Überschreitung dieser Werte weist auf eine Auffälligkeit bzw. einen abnormen Zustand hin. Bei einigen Substanzen wurde unter Berücksichtigung bekannter Stoffeigenschaften eine gegenüber den statistisch begründeten Werten verringerte Konzentration angegeben.

Solange toxikologisch aufgrund mangelnder Datenbasis bei dieser Konzentration unter Berücksichtigung chronischer und synergistischer Wirkungen, sowie bei Wirkungen, die die Befindlichkeit betreffen, eine Wirkung nicht definitiv ausgeschlossen werden kann, ist von einer abstrakten gesundheitlichen Gefährdung auszugehen. Im Gegensatz dazu kann eine konkrete gesundheitliche Gefährdung nur über toxikologisch abgeleitete Richtwerte (z.B. über die Innenraumrichtwerte der Ad-Hoc-Kommission für die Raumluft oder die Risikoabschätzung für den Hausstaub im Bundesgesundheitsblatt 1-99, S. 88, Bekanntmachungen des WaBoLu des Umweltbundesamtes: "DDT in Housings") beurteilt werden. Dieser Unterschied zwischen abstrakter und konkreter gesundheitlicher Gefährdung sollte bei der Anwendung von Richt- und Grenzwerten zur Begutachtung von Innenräumen bedacht und definiert werden.

Bei krebserregenden Substanzen, wie Benzol oder Benzo(a)pyren, gilt grundsätzlich das Minimierungsgebot. Hier kann auch bei Unterschreitung der Auffälligkeitswerte eine gesundheitliche Gefährdung durch ein zusätzliches Krebsrisiko nicht ausgeschlossen werden. Auch kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich durch synergistische Wirkungen Effekte unterhalb der Auffälligkeitswerte ergeben. Beispielsweise können beim Vorkommen mehrerer Substanzen

mit niedrigen Geruchsschwellen auch unterhalb der Auffälligkeitsschwellen störende Geruchsbelästigungen auftreten.

Toxikologische und statistische Richtwerte sind im Laufe der Zeit Veränderungen unterworfen. Während toxikologische Richtwerte durch neue Erkenntnisse angepasst werden (die Erfahrung zeigt, dass sie meistens mit zunehmender Erkenntnis nach unten korrigiert werden), ändern sich statistisch gewonnene Werte aufgrund des technischen Wandels. So sind die Referenzkonzentrationen aromatischer Lösemittel in den letzten Jahren stetig gesunken, weil sie aus arbeitsschutztechnischen Gründen durch entaromatisierte Lösemittelgemische oder lösemittelfreie Systeme ersetzt wurden. Demgegenüber stiegen die Referenzkonzentrationen für die in wasserbasierten Systemen eingesetzten Glykolverbindungen bislang an. Zukünftig ist durch die Entwicklung lösemittelfreier Klebstoff- oder Farbsysteme wieder mit einem Absinken zu rechnen. Methodenbedingt hinken also die statistischen Orientierungswerte der technischen Entwicklung hinterher, was bei Anwendung der Werte berücksichtigt werden sollte.

Die von der AGÖF herausgegebenen Referenzwerte gründen auf den in der täglichen Arbeit ermittelten Untersuchungsergebnissen der beteiligten Mitgliedsinstitute. Zum überwiegenden Anteil handelt es sich dabei um Auftragsanalytik in Verdachtsfällen, weshalb damit zu rechnen ist, dass die festgestellten Hintergrundkonzentrationen oberhalb der Konzentrationen liegen, die bei einem statistisch ausgewählten Kollektiv festgestellt worden wären. Dieser Effekt tritt jedoch in den Hintergrund, da nur Ergebnisse von Multiparameteranalysen in der Auswertung berücksichtigt werden. Dies bedeutet, dass bei jeder Analyse nur für einen geringen Teil der untersuchten Substanzen Verdachtsmomente bestanden, so dass die Verteilung der übrigen Verbindungen einem zufällig ausgewählten Kollektiv entsprechen. Dennoch ist damit zu rechnen, dass insbesondere die Auffälligkeitsschwellen gegenüber einem unbelasteten Kollektiv eher zu hoch liegen. Zu beobachten war beispielsweise ein Ansteigen der "Hintergrundkonzentrationen" von Polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Hausstaub nach Bekanntwerden der Teerfleberproblematik in US-Housing-Areas. Solange für die allermeisten Substanzen keine Daten aus unbelasteten Kollektiven vorliegen, muss oben genannter Effekt in Kauf genommen und gegebenenfalls bei der Anwendung der Werte im Einzelfall berücksichtigt werden.

Die AGÖF-Richtwerte sollen Sachverständigen ein Werkzeug in die Hand geben, die Relevanz von Innenraumschadstoffen beurteilen zu können. Letztendlich liegt es in der Verantwortung der Sachverständigen im Einzelfall unter Berücksichtigung der Umstände vor Ort (Art der Probenahme, Nutzung der Räumlichkeiten, Charakteristik der Quellen) die Anwendbarkeit der Richtwerte zu prüfen und Maßnahmen bei Überschreiten von Auffälligkeitsschwellen oder Handlungswerten festzulegen.

Die Liste der "AGÖF-Orientierungswerte" ist offen für weitere Erkenntnisse. Sie wird fortlaufend überarbeitet. Gültig ist daher jeweils immer nur die auf der Internetseite der AGÖF abrufbare neueste Version.

## **5. Orientierungswerte für flüchtige Luftinhaltsstoffe**

Siehe aktualisierte Fassung vom 10.10.2008 im Internet unter:  
<http://agoef.de/agoef/oewerte/orientierungswerte.html>

## 6. Orientierungswerte für mittel- und schwerflüchtige Stoffe im Hausstaub (mg/kg)

Pestizide (Synonyme in Klammern)	CAS Nr.	Hintergrundwert	Normalwert	Auffälligkeitwert	Hinweise
Aldrin	309-00-2	< 0,1	< 0,1	1	
Bromophos	2104-96-3	< 0,1	< 0,1	0,1	
Chlordan	5103-71-9	< 0,1	< 0,1	0,1	
Chlorpyrifos	2921-88-2	< 0,1	0,1	1	
Chlorthalonil	1897-45-6	< 0,1	< 0,1	1,5	
Summe DDT/DDD/DDE	-	< 0,1	< 0,1	3	Immun-suppressiv, endokrin
Dichlofluanid	1085-98-9	< 0,1	0,1	0,2	
para-Dichlorbenzol	106-46-7	< 0,1	< 0,1	0,1	
Dichlorphos/Naled	63-73-7	< 0,1	< 0,1	0,5	
Dieldrin	60-57-1	< 0,1	< 0,1	0,1*	*Gefahrenwert für Kleinkinder
Summe Endosulfane	-	< 0,1	< 0,1	0,5	
Endrin	72-20-8	< 0,1	< 0,1	0,5	
Ethiofencarb	29973-13-5	< 0,1	< 0,1	0,1	
Furmecycloxy	60568-05-0	< 0,1	< 0,1	0,5	
Heptachlor	76-44-8	< 0,1	0,1	0,5	
Hexachlorbenzol	118-74-1	< 0,1	< 0,1	0,1	
Hexachlorethan	67-72-1	< 0,1	< 0,1	0,1	
gamma-HCH (Lindan)	58-89-9	< 0,1	0,1	0,5	
Methoxychlor	72-43-5	< 0,1	0,1	5	
Nicotin	54-11-5	< 1	5	20	
Parathion	56-38-2	< 0,1	< 0,1	0,1	
PCP	87-86-5	< 0,1	0,3	1*	*Unbelastet nach PCP - Richtlinie
PCSD/PCAD (=Eulan WA neu)	55069-01-7	< 0,1	< 0,1	10	
Propiconazol	60207-90-1	< 0,1	< 0,1	0,1	
Propoxur	114-26-1	< 0,1	< 0,1	0,1	
Tebuconazol	107534-96- 3	< 0,1	< 0,1	0,1	
Tolyfluanid	731-27-1	< 0,1	0,1	0,2	

\* Wert liegt unterhalb des statistisch abgeleiteten Wertes, zur Begründung siehe Hinweise in Kapitel 4.

Pyrethroide	CAS Nr.	Hintergrundwert	Normalwert	Auffälligkeitswert	Hinweise
Allethrin	584-79-2	< 0,5	< 0,5	1	Immunsuppressiv mit PBO
Cyfluthrin	68359-37-5	< 0,5	< 0,5	1	Immunsuppressiv mit PBO
Cypermethrin	52315-07-8	< 0,5	< 0,5	1	Immunsuppressiv mit PBO
Deltamethrin	52918-63-5	< 0,5	< 0,5	1	Immunsuppressiv mit PBO
Fenvalerat	51630-58-1	< 0,5	< 0,5	1	Immunsuppressiv mit PBO
Permethrin	52645-53-1	< 0,5	< 0,5	5	Immunsuppressiv mit PBO
Phenothrin	26002-80-2	< 0,5	< 0,5	1	Immunsuppressiv mit PBO
Pyrethrin	121-21-1	< 0,5	< 0,5	1	Immunsuppressiv mit PBO Allergen
Tetramethrin	7696-12-0	< 0,5	< 0,5	1	Immunsuppressiv mit PBO
Piperonylbutoxid (PBO)	51-03-6	< 0,5	< 0,5	1	Synergist für Pyrethroide
Pyrethrum **	8003-34-7				

\*\* Befindet sich in der Diskussion, wird zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt.

PCBs	CAS Nr.	Hintergrundwert	Normalwert	Auffälligkeitswert	Hinweise
PCB # 28	7012-37-5	< 0,02	< 0,02	0,02	
PCB # 52	41464-40-8	< 0,02	< 0,02	0,02	
PCB # 101	37680-73-2	< 0,01	0,02	0,2	
PCB # 138	35694-06-5	< 0,01	0,05	0,4	
PCB # 153	35065-27-1	< 0,01	0,05	0,4	
PCB # 180	35065-29-3	< 0,01	0,03	0,3	
PCB Summe nach LAGA	-			5	

PAKs	CAS Nr.	Hintergrundwert	Normalwert	Auffälligkeitswert	Hinweise
Naphthalin	91-20-3	< 0,1	<0,2	0,2	
Acenaphthylen	208-96-8	< 0,1	<0,2	0,2	
Acenaphthen	83-32-9	< 0,1	<0,2	0,2	
Fluoren	86-73-7	< 0,1	<0,2	0,2	
Phenanthren	85-01-8	< 0,05	0,3	1	
Anthracen	191-26-4	< 0,05	<0,2	0,2	
Fluoranthren	206-44-0	< 0,05	<0,2	1	
Pyren	129-00-0	< 0,05	<0,2	1	
Benz-(a)-anthracen	92-24-0	< 0,05	<0,2	0,5	
Chrysen	218-01-9	< 0,05	<0,2	0,5	
Benzo-(b)-fluoranthren	205-99-2	< 0,05	<0,2	0,2	
Benzo-(k)-fluoranthren	207-09-9	< 0,05	<0,2	0,2	
Benzo-(a)-pyren	50-32-8	< 0,05	<0,2	0,2	
Indeno-(1,2,3-cd)-pyren	193-39-5	< 0,05	<0,2	0,2	
Dibenz-(a,h)-anthracen	53-70-3	< 0,05	<0,2	0,2	
Benzo-(ghi)-perylene	191-24-2	< 0,05	<0,2	0,2	

Flammschutzmittel	CAS Nr.	Hintergrundwert	Normalwert	Auffälligkeitwert	Hinweise
Triphenylphosphat (TPP)	115-86-6	< 0,1	< 0,1	1	
Kresyl-Phenyl-Phosphate	26444-49-5	< 0,1	< 0,1	1	
Tris-(butoxyethyl)-phosphat (TBEP)	78-51-3	< 0,1	0,5	50	
Tris-(n-butyl)-phosphat (TnBP)	126-73-8	< 0,1	0,5	50	
Tris-(2-chlorethyl)-phosphat (TCEP)	115-96-8	< 0,1	0,5	5*	* Karzinogen
Tris-(2-chlorisopropyl)-phosphat (TCPP)	13674-84-5	< 0,1	1	5	
Tris-(1,2-dichlorisopropyl)-phosphat (TdCPP)	13674-87-8	< 0,1	< 0,1	1	
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphat (TEHP)	78-42-2	< 0,1	< 0,1	0,5	
Tetrabrom-Bisphenol A	79-94-7	< 0,1	< 0,1	0,5	
polybromierte Biphenyle	59536-65-1	< 0,1	< 0,1	0,5	
polybromierte Diphenylether	-	< 0,1	0,25	0,5	
Tribrom-phenylallylether		< 0,1	< 0,1	0,5	
Tribrom-Benzoessäureallylester		< 0,1	< 0,1	0,5	
Hexabrom-Benzol	107-13-1	< 0,1	< 0,1	0,5	
Hexabrom-Cyclododecan	3194-55-6	< 0,1	< 0,1	0,5	
Pentabrommethylbenzol	58-22-3	< 0,1	< 0,1	0,5	
Chlorparaffine C10-13	85535-84-8	< 2,5	< 2,5	50*	* Verbotener Stoff
Chlorparaffine C14-17	85535-85-9	< 2,5	< 2,5	50	

\* Wert liegt unterhalb des statistisch abgeleiteten Wertes, zur Begründung siehe Hinweise in Kapitel 4.

Weichmacher	CAS Nr.	Hintergrundwert	Normalwert	Auffälligkeitwert	Hinweise
Dimethylphthalat	131-11-3	<2	5	10	Reizstoff
Diethylphthalat	84-66-2	<2	5	10	
Benzylbutylphthalat	85-68-7	< 5	5	150	
Dibutylphthalat	84-74-2	< 10	30	200	
Diisobutylphthalat	84-69-5	20	50	200	
Di-(2-ethylhexyl)-phthalat (DEHP)	117-81-7	150	400	1000	hormonell wirksam 100 mg/kg Richtwert für Kleinkinder
Di-n-octylphthalat		< 5	5	10	

Moschus-Verbindungen	CAS Nr.	Hintergrundwert	Normalwert	Auffälligkeitwert	Hinweise
Nitro-Moschus-Ambrette	83-66-9	< 0,1	<0,1	0,1	Allergen
Nitro-Moschus-Xylol	81-15-2	< 0,1	<0,1	0,1	
Nitro-Moschus-Keton	81-14-1	< 0,1	<0,1	0,5	hormonell wirksam



Schwermetalle		Hintergrundwert	Normalwert	Auffälligkeitswert	Hinweise
Arsen		0,5	1	3	
Blei		5	20	150	
Cadmium		0,5	1,5	5	
Chrom		20	75	200	Chrom VI Kanzerogen Allergen
Kupfer		40	80	500	
Nickel		5	20	30*	*Kontaktallergen
Quecksilber		0,15	0,5	1	
Zink		100	500	1500	
Zinn		5	15	50	
Kobalt		1	2	5	
Antimon		1	1	3	

\* Wert liegt unterhalb des statistisch abgeleiteten Wertes, zur Begründung siehe Hinweise in Kapitel 4.

Fettsäuren		P 10***	P 50***	P 90***	Hinweise
Hexansäure	142-62-1	< 2	8	15	Riechstoff
Heptansäure	111-14-8	< 2	5	15	Riechstoff
Octansäure	124-07-2	< 2	10	30	Riechstoff
Nonansäure	112-05-0	< 5	25	60	Riechstoff
Decansäure	334-48-5	< 5	20	40	Riechstoff Reizstoff
Undecansäure	112-37-8	< 2	3	5	Riechstoff Reizstoff
Dodecansäure	143-07-7	< 20	60	220	Riechstoff Reizstoff
Tridecansäure	638-53-9	< 2	5	10	Reizstoff
Tetradecansäure	544-63-8	< 20	80	230	Reizstoff
Pentadecansäure	1002-84-2	< 10	40	200	
Hexadecansäure	57-10-3	< 10	650	1500	Reizstoff
Heptadecansäure	506-12-7	< 2	20	90	Reizstoff
Octadecansäure	57-11-4	< 50	180	460	Reizstoff
Ölsäure	112-80-1	< 5	230	850	Reizstoff Aldehyd- Bildner
Linol/Linolensäure	60-33-3/ 463-40-1	< 10	120	340	Aldehyd-Bildner

\*\*\* Die Perzentilwerte für die Fettsäuren bilden sich aus einer geringen Fallzahl (100). Aus diesem Grund ist eine sichere statistische Benennung von Hintergrund-, Normal- und Auffälligkeitswerte im Moment nicht abschließend möglich.

## 7. Literatur

AgBB: Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten. Ausschuss zur gesundheitlichen

Bewertung von Bauprodukten - AgBB, [www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/voc.htm](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/voc.htm) (2002) 1-17

*Diel F, Schubert H, Fischer M, Schuetz T, Weber KM, Gagelmann M, Boonen H, Steneberg A, Axt-Gadermann M, Khanferyan R, Diel E:* Criteria for allergenic building materials. *Med Immunol* 34 (2002) 407-16

*Hott U, Schleibinger H, Marchl, Braun P, Plieninger P:* Konzentrationen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) in der Innenraumluft im Zeitraum von 1988 bis 1999, in Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute – AGÖF (Hrsg.): *Umwelt, Gebäude & Gesundheit*. (Springe-Eldagsen 2001) 204-15

HVGB: BIA-Report - Grenzwerteliste 7/1999. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften - HVBG (Hrsg.) (Sankt Augustin 1999) 161-74

*Kersten W, Reich T:* Schwer flüchtige organische Umweltchemikalien in Hamburger Hausstäuben. *Gefahrstoffe - Reinhalt. Luft* 63 (2002) 85-91

*Plieninger P, Marchl D:* Occurance of ester and ether derivatives of polyvalent alcohols in indoor air or 200 Berlin households. *Proceedings of the 8th international conference on indoor air and climate, Indoor Air 99 4* (Edinburgh 1999) 171-6

*Pöhner A, Simrock S, Thumulla J, Weber S, Wirkner T:* Hintergrundbelastung des Hausstaubes von Privathaushalten mit mittel- und schwerflüchtigen organischen Schadstoffen. *AnBUS e.V., Zusammenfassungen in Zeitschrift für Umweltmedizin* 6 (1998) 337-45 und in *Diel F; Feist W; Krieg HU, Linden, W* (Hrsg.): *Ökologisches Bauen und Sanieren*. C.F. Müller (Heidelberg 1998) 122-7

*Reiner M, Santl H:* Adsorption and desorption rates of selected volatile organic compounds (VOC) from different sorbents at low concentration ranges. *Indoor Air* 99 1 (1999) 487-92

*Schleibinger H, Hott U, Marchl D, Plieninger P, Braun P, Rüden H:* Ziel- und Richtwerte zur Bewertung der VOC-Konzentrationen in der Innenraumluft – ein Diskussionsbeitrag. *Umweltmed Forsch Prax* 3 7 (2002) 139-47

*Scholz H:* Vorkommen ausgewählter VOC in Innenräumen und deren Bewertung, in AGÖF (Hrsg.): *Gebäudestandard 2000: Energie & Raumluftqualität* (Springe-Eldagsen 1998) 205-15

*Seifert B:* Richtwerte für die Innenraumluft – Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert). *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 42 (1999) 270-8

*Walker G, Hostrup O, Hoffmann W, Butte W:* Biozide im Hausstaub: Ergebnisse eines repräsentativen Monitorings in Innenräumen. *Gefahrstoffe - Reinhalt. Luft* 59 (1999) 33-41