



ARBEITSGEMEINSCHAFT  
ÖKOLOGISCHER  
FORSCHUNGSINSTITUTE e.V.

## **AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft**

Fassung 10.10.2008

### **1. Einführung**

Seit 1993 werden in Deutschland von einer Bund-Länder-Kommission<sup>1</sup> Richtwerte für die Innenraumluft herausgegeben. Dabei handelt es sich um toxikologisch begründete Werte für Einzelstoffe oder Stoffgruppen. Mit den Richtwerten können Messergebnisse in der Innenraumluft bewertet werden. Allerdings konnten bis zum Jahr 2007 kaum mehr als 10 solcher Richtwerte veröffentlicht werden. Damit verblieb für den größten Teil der in der Innenraumluft messbaren Stoffe die Bewertungsunsicherheit bestehen. Aus der jahrzehntelangen Praxis der Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute - AGÖF entwickelte sich ein Erfahrungswissen über das Vorkommen von VOC und damit verbundenen gesundheitlichen Auffälligkeiten. Dabei wurden empirische Beobachtungen durch medizinische und toxikologische Hinweise ergänzt. Als Hilfestellung für die Bewertung von Innenraumluftmessungen wurden daraus statistisch abgeleitete Auffälligkeitwerte für Raumluft und Hausstaub ermittelt und 2004 zum ersten Mal als AGÖF-Orientierungswerte der deutschen Fachöffentlichkeit vorgestellt. Mit den Orientierungswerten können Messergebnisse bezüglich einer statistischen Wahrscheinlichkeit eingestuft und damit in ihrer Relevanz für die Suche nach Ursachen gesundheitlicher Beschwerden gewichtet werden. Eine gesundheitliche Bewertung von Einzelstoffen ist mit den Orientierungswerten nicht möglich.

Die Veröffentlichung stieß auf großes Interesse und wurde unter anderem auf dem AGÖF-Fachkolloquium „Innenraumstandards“ 2005 in Bremen kontrovers diskutiert. Ein Ergebnis der Diskussionen war ein Forschungsvorhaben der AGÖF mit dem Umweltbundesamt, mit dem Titel „Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluft“. Aus den Ergebnissen dieses Forschungsvorhabens legte die AGÖF im Herbst 2007 eine überarbeitete Fassung der Orientierungswerte für mehr als 150 flüchtige Substanzen vor.

In der Liste werden neben einem fünfzigsten und neunzigsten Perzentil zusätzlich ein Orientierungswert aufgeführt. Dieser Orientierungswert gibt an, ab welchem Messwert eine Substanz in der Innenraumluft auf Grund statistischer Auffälligkeit oder toxikologischer oder olfaktorischer Erkenntnisse als problematisch zu werten ist.

Noch im Aktualisierungsvorgang befinden sich die "AGÖF-Orientierungswerte für mittel- und schwerflüchtige organische Verbindungen und Schwermetalle im Hausstaub", unter [http://www.agoef.de/agoef/oewerte/orientierungswerte\\_staub.html](http://www.agoef.de/agoef/oewerte/orientierungswerte_staub.html). ist die derzeit gültige Fassung aus dem Jahre 2004 zu finden.

---

<sup>1</sup> Ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Fachleuten der „Innenraumlufthygiene-Kommission“ (IRK) des Umweltbundesamtes und der Arbeitsgruppe Innenraumluft des Umwelthygieneausschusses der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG)

## 2. Die Bewertung von Innenraumbelastungen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden 6 wesentliche Anlässe für die Untersuchung der Innenraumluft identifiziert. Neben der Abklärung von Gesundheitsbeschwerden, reine Prävention, Belästigung durch Gerüche und Expositionsverdacht wurden juristische Motive und Transfer der Immobilie als Gründe aufgeführt. Gesundheitliche Beeinträchtigungen und Geruchsbelastungen können als die dominierenden Ursachen herausgestellt werden.

In der Praxis liegen den Untersuchungsanlässen allerdings unterschiedliche und teilweise sehr komplexe Einzelfragestellungen zugrunde. Eine wesentliche Aufgabe des Gutachters ist es daher, in Abstimmung mit dem Auftraggeber zunächst die Aufgabenstellung der Untersuchung zu definieren, um darauf die notwendige Mess- und Bewertungsstrategie abzustimmen.

Zur Bewertung flüchtiger organischer Verbindungen (VOC)<sup>2</sup> haben vor allem zwei Arten von Bewertungsmaßstäben Bedeutung erlangt:

- toxikologisch abgeleitete Bewertungskonzepte,
- statistisch abgeleitete Bewertungskonzepte.

Beide Bewertungskonzepte beruhen auf Konventionen.

Toxikologisch abgeleitete Bewertungen führen zur Bildung von Richtwerten, die gesundheitsbezogene Fragestellungen beantworten sollen. Im Experiment werden Versuchstiere verschiedenen hohen Substanzkonzentrationen ausgesetzt um die Konzentrationen zu finden, die keine erkennbaren Effekte auslösen. Ein alternativer Ausgangspunkt für die Ableitungen von Richtwerten sind Erfahrungen aus Arbeitsplatzuntersuchungen, bei denen Menschen relativ hohen Konzentrationen ausgesetzt sind. Um die Wirkungen von Exposition im Niedrigdosisbereich des Innenraums für empfindliche Bevölkerungsgruppen (Kleinkinder, kranke Menschen) abzubilden, wird mit sog. Unsicherheitsfaktoren gearbeitet. Eine detailliertere Darstellung des Vorgehens für die Ableitung von Richtwerten der sog. Ad-hoc-AG wurde 1996<sup>3</sup> veröffentlicht.

Bei diesen toxikologischen Ableitungen bleibt offen, in wieweit unspezifische Gesundheitsstörungen wie Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen etc. in einem Tierexperiment oder bei Untersuchungen an Laborarbeitsplätzen erkennbar sind. Bei Innenraumbelastungen stellen unspezifischen Beschwerden die am häufigsten genannten gesundheitlichen Probleme dar. In der Innenraumluft liegen in der Regel Substanzgemische vor, die durch die toxikologische Ableitung allein nicht bewertet werden können. Die Festlegung von Unsicherheitsfaktoren wie z.B. dem Hundertfachen ist nicht mehr toxikologisch begründbar und beruht auf Konventionen. Der vergleichsweise hohe Aufwand für die toxikologische Begründung ist ein wesentlicher Grund für die geringe Zahl der zur Verfügung stehenden Richtwerte. Dieses Konzept reicht nicht aus, um für die Vielzahl der Substanzen in der Innenraumluft eine gesicherte Bewertung zu ermöglichen. Es ist aber ein wichtiges Hilfsmittel, um die Frage nach gesundheitlicher Gefährdung für die Allgemeinbevölkerung zu beantworten.

Bei dem statistisch abgeleiteten Bewertungskonzept werden Referenzwerte gebildet. Hierbei wird aus einer größeren Zahl von repräsentativen Untersuchungen eine „übliche, durchschnittlich existierende“ Schadstoffbelastung der Innenraumluft ermittelt und als „normal“ definiert. Häufig wird das sog. 90. oder 95. Perzentil als Konzentrationsschwelle genannt, die bei Überschreiten auf eine unübliche Belastung hinweist. Eine gesundheitliche Bewertung kann mit diesen Referenzwerten nicht erfolgen. Für neue Substanzen oder Substanzgruppen, die in die Raumluft gelangen, liegen zunächst keine Referenzwerte vor. Bei einem verstärkten Einsatz bekannter Substanzgruppen durch Produktionsumstellungen (wie dies bei dem Ersatz von Lösemitteln in Farben erfolgte) können vorhandene Referenzwerte beständig überschritten werden. Beide Erscheinungen können aber durch regelmäßige Aktualisierungen der zugrunde liegenden Zahlen ausgeglichen werden.

Beide Systeme müssen auf die sich verändernde Umwelt reagieren. Bei der toxikologischen Bewertung führen neue medizinische und toxikologische Erkenntnisse zum Aktualisierungsbedarf. Bei den statistisch abgeleiteten Werten müssen Veränderungen der VOC-Konzentrationen im Innenraum aufgenommen werden, die auf Grund neuer Produktzusammensetzungen und Nutzergewohnheiten entstehen.

---

<sup>2</sup> Die AGÖF verwendet hier eine etwas erweiterte VOC-Definition, es werden alle mit den in Kapitel 3 genannten analytischen Verfahren ermittelbaren Substanzen in erster Näherung als flüchtig definiert, ungeachtet ob sie den WHO-Konventionen gemäß eher als „very volatile“, „volatile“ oder „semivolatile“ zu bezeichnen wären.

<sup>3</sup> <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/innenraumhygiene/irk.htm#4>

Eine vollständige und nutzerspezifische Bewertung einer Innenraumluftbelastung ist auf beide Konzepte angewiesen. Nur unter Berücksichtigung statistischer Zusammenhänge und toxikologischer Erkenntnisse können die gesundheitlichen Risiken gewichtet und die Quellen für Innenraumbelastungen festgestellt werden. Eine geruchliche Belastung wird allerdings durch keinen der beiden Ansätze befriedigend beantwortet.

Die Praxis zeigt, dass je nach Fragestellung und Situation beide Bewertungsmaßstäbe wichtig und durch Gutachter mit unterschiedlicher Gewichtung zu nutzen sind. Ergänzt werden sie durch weitere Bewertungsmaßstäbe oder Bewertungshilfen, wie TVOC-Konzept, Informationen zu Geruch und die persönliche Erfahrung des Gutachters. Die Verwendung und gegenseitige Gewichtung dieser Bewertungsmaßstäbe liegt in seiner Verantwortung und sollte in einem Gutachten nachvollziehbar und plausibel dargestellt werden. Die nachfolgend veröffentlichten AGÖF-Orientierungswerte unterstützen die Gutachter bei ihrer Arbeit. Sie stellen zum einen ein aktuelles Kompendium an statistischen Referenzwerten dar und weisen darüber hinaus auch relevante toxikologische Richtwerte anderer Autoren, Erfahrungen der AGÖF-Mitglieder und bisher bekannte Geruchsschwellenwerte aus. Mit deren Hilfe kann der von der AGÖF empfohlene vorbeugende Gesundheitsschutz durch Minderung der VOC-Belastung in Innenräumen erreicht werden.

### 3. Datenbasis und Vorgehen bei Festlegung der AGÖF-Orientierungswerte

Die neuen Orientierungswerte beruhen auf einem aktualisierten Datenpool aus den Jahren 2002 bis 2006, der im Rahmen des Forschungsprojekts „Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluft“ gewonnen wurde. Probenahmeverfahren und Methodik werden nur im Überblick dargestellt. Weitere Angaben können dem Projektbericht des Umweltbundesamtes<sup>4</sup> entnommen werden.

Die Probenahme orientierte sich an den Vorgaben der VDI-Richtlinie 4300 Blatt 1 und Blatt 6, die weitgehend in die DIN EN ISO 16000 eingegangen sind. Die Probenahme wurde in der Regel nach mindestens 8 Stunden Nichtbelüftung durchgeführt. Die Erfassung der Luftinhaltsstoffe erfolgte durch aktive Probenahme. Zur Erfassung der Substanzen waren neben dem Thermodesorptionsverfahren, auch auf Lösemitteldesorption basierende Verfahren (Aktivkohle oder Anasorb) mit entsprechender Doppelbeprobung zur Analyse unterschiedlich polarer Verbindungen zugelassen. Die Analyse der desorbierten Verbindungen erfolgte zumeist gaschromatografisch mit massenselektivem Detektor, zum Teil mit Flammenionisations- und Elektroneneinfangdetektor.

Zusätzlich wurden Daten zur Aldehyd- und Ketonkonzentrationen aufgenommen, die mit Impinger (Formaldehyd) und DNPH-basierten Verfahren erfasst und analysiert (Desorption mit Acetonitril, Analyse mit Hochdruckflüssigkeitschromatografie mit UV-Detektor) wurden.

Die Teilnehmer des Forschungsprojektes führten zur Qualitätssicherung der unterschiedlichen Analyseverfahren in den letzten Jahren Laborvergleichsuntersuchungen<sup>5</sup> durch.

Als Orientierungswerte werden nur solche Substanzkonzentrationen aufgeführt, die zum einen mit einer ausreichenden Anzahl von Messungen in Innenräumen erfasst wurden, und bei denen der Datenpool von vier oder mehr unterschiedlichen Laboren stammt.

Die aufgenommenen Daten stammen aus anlassbezogenen Messungen, bei denen erhöhte Werte für einen oder mehrere Parameter erwartet wurden. Deshalb können die Ergebnisse die Realität unbelasteter Räume nicht direkt abbilden. Es ist vielmehr zu erwarten, dass einige der Werte der jeweiligen Messungen erhöht sind. Im Rahmen des Forschungsvorhabens konnte nachgewiesen werden, dass die gewonnenen Daten tatsächlich nicht normalverteilt sind. Daher behält die AGÖF ihr Vorgehen bei, die 90 Perzentilwerte als Abgrenzung eines als auffällig zu bezeichnenden Bereichs zu wählen. Wenn ein Konzentrationswert einer Messung für einen Stoff unterhalb der Bestimmungsgrenze lag, wurde er nicht gleich Null gesetzt, sondern für die Ableitung der statistischen Kenngrößen (Perzentile) mit dem 0,5-fachen der Bestimmungsgrenze berücksichtigt.

---

<sup>4</sup> <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3633.pdf>

<sup>5</sup> [http://www.agoef.de/agoef/oewerte/agoef\\_laborvergleichsmessung2006\\_07.html](http://www.agoef.de/agoef/oewerte/agoef_laborvergleichsmessung2006_07.html)

## 4. Orientierungswerte für geruchsintensive Substanzen

Gerüche sind nach Gesundheitsbeschwerden der zweithäufigste Anlass für Innenraumuntersuchungen. Anlass für ca. 22 % der von AGÖF-Instituten durchgeführten Innenraumuntersuchungen sind auffällige oder unangenehme Gerüche (s. Abb. 1).

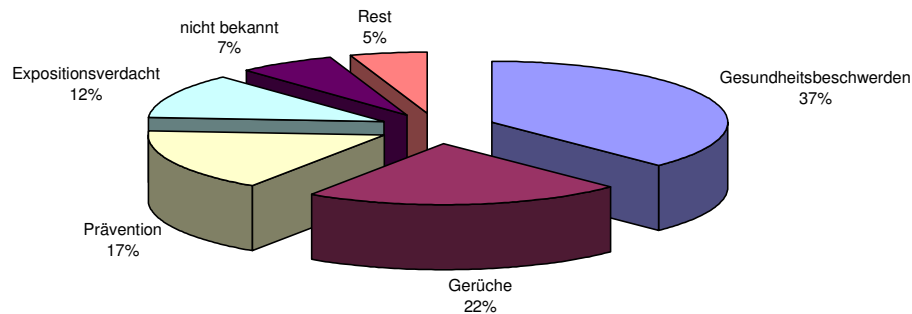


Abbildung 1: Anlässe für Innenraumuntersuchungen

Dieser hohe Anteil zeigt, dass der Messung und Beurteilung von Gerüchen in Innenräumen eine große Bedeutung zukommt.

Im Unterschied zu flüchtigen organischen Verbindungen gibt es jedoch für Gerüche in Innenräumen bis heute keine erprobten Messmethoden und auch keine etablierten Bewertungsverfahren.

Mittels sensorischer Methoden, bei denen die menschliche Nase als Messinstrument verwendet wird, lassen sich Gerüche ausreichend empfindlich messen. Allerdings wird dieselbe Substanz in identischer Konzentration von verschiedenen Menschen unterschiedlich wahrgenommen. Hinzu kommt, dass Geruchswahrnehmungen im Hirn interpretiert und mit Hilfe von Erfahrungswerten individuell unterschiedlich bewertet werden. Für eine objektive Messung muss daher sichergestellt sein, dass die Bandbreite der Geruchswahrnehmungen der Prüfer der in der Gesamtbevölkerung vorhandenen Verteilung entspricht. Ein einzelner Prüfer kann dies naturgemäß nicht leisten. Sensorische Geruchsmessungen werden daher meist mit mindestens acht bis zehn Prüfern durchgeführt. In Innenräumen lässt sich dieses Verfahren nur in Ausnahmefällen anwenden.

Zwar lassen sich manche Geruchsstoffe in der Raumluft mit ausreichender Nachweisempfindlichkeit chemisch analysieren, aber alltägliche Gerüche werden häufig von komplexen Mischungen mehrerer, manchmal hunderter Einzelsubstanzen verursacht. Viele dieser Substanzen sind in Konzentrationen von wenigen Nanogramm pro Kubikmeter Luft bereits wahrnehmbar, aber analytisch kaum erfassbar. Bei der Bewertung mittels Geruchsschwellen ist zu berücksichtigen, dass sich Geruchsstoffe in Gemischen wechselseitig beeinflussen können. Wechselwirkungen wie Synergismen können die geruchlichen Eigenschaften von Substanzgemischen gravierend beeinflussen. Die chemische Analyse geruchsintensiver Substanzen in der Raumluft reicht daher häufig nicht aus, um geruchliche Auffälligkeiten vollständig zu erfassen und sachgerecht zu bewerten.

Für viele Innenraumschadstoffe fehlen Daten zur Geruchsschwelle. Das Schadstoff-Belastungsprofil der Innenraumluft ist ständigen Veränderungen unterworfen und über viele der erst seit kurzer Zeit in der Raumluft nachgewiesenen flüchtigen organischen Verbindungen liegen wenig Informationen vor. Aus Sicht der AGÖF ist es notwendig, für weitere Stoffe Geruchsschwellenwerte zu ermitteln. Die AGÖF-Orientierungswerteliste bildet das aktuell vorhandene Belastungsspektrum der Innenraumluft ab und eignet sich deshalb als Prioritätenliste für die Ermittlung von Geruchsschwellen.

Die vorhandenen Geruchsschwellenwerte sind von unterschiedlicher Qualität. Neben aktuellen, mit gut dokumentierten Verfahren ermittelten Geruchsschwellen werden in der Literatur auch sehr alte, mit inkompatiblen Methoden ermittelte Geruchsschwellen zitiert.

Trotz all dieser Einschränkungen können anhand von Geruchsschwellen abgeleitete Orientierungswerte für Einzelsubstanzen in manchen Fällen eine wichtige Hilfestellung zur Beurteilung einer geruchlichen Auffälligkeit in Innenräumen bieten. So ist eine durch chemische Analyse der Raumluft ermittelte Überschreitung der Geruchsschwelle einer oder mehrerer Einzelsubstanzen ein Beleg für eine geruchliche Auffälligkeit. Umgekehrt aber ist die Einhaltung der Geruchsschwellen aller untersuchten Einzelsubstanzen aus den oben genannten Gründen kein Beweis für die geruchliche Unauffälligkeit einer Raumluft.

Die AGÖF hat sich daher entschlossen, in die aktuelle Liste vermehrt Orientierungswerte auf der Grundlage von Geruchsschwellen aufzunehmen. Als Datenbasis dienen die von Devos et al. publizierten standardisierten Geruchsschwellen<sup>6</sup>.

Geruchsschwellenwerte entsprechen üblicherweise dem 50. Perzentil der Wahrnehmungsverteilung. Auch unterhalb der Geruchsschwelle einer Substanz nehmen also noch 50 % der Bevölkerung deren Geruch wahr.

Für Schwefelwasserstoff z.B. liegt die Geruchsschwelle bei  $6,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . 16 % der Bevölkerung nehmen den Geruch von Schwefelwasserstoff noch bei einer Konzentration von ca.  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , also weniger als der Hälfte der Geruchsschwelle, wahr (Siehe Abbildung 2).

Die AGÖF verfolgt mit der Ableitung von Orientierungswerten auf der Basis von Geruchsschwellen das Ziel, die Geruchswahrnehmung von mindestens 90% der Bevölkerung zum Maßstab für die Bewertung von Gerüchen in Innenräumen heranzuziehen. Mit der Einhaltung eines auf der Basis von Geruchsschwellen abgeleiteten Orientierungswertes soll sichergestellt werden, dass mindestens 90 % der Bevölkerung diese Substanz geruchlich nicht wahrnehmen.

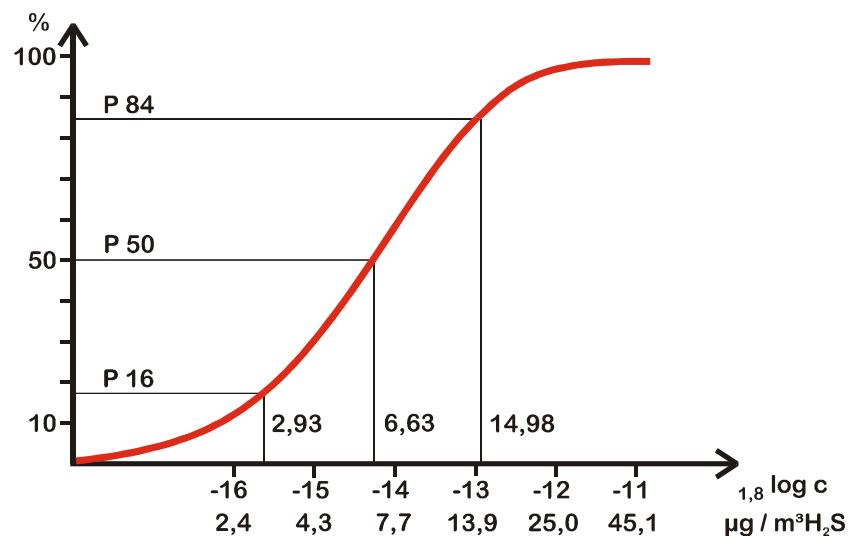


Abbildung 2: Geruchsschwellenkennlinie eines 42-Personen-Kollektivs für Schwefelwasserstoff<sup>7</sup>

Der auf der Basis von Geruchsschwellen abgeleitete Orientierungswert beruht auf folgender Konvention: Aus einem nach DIN EN 13725 oder einem vergleichbaren Verfahren ermittelten Geruchsschwellenwert wird der AGÖF-Orientierungswert mit Hilfe eines Sicherheitsfaktors von 3 abgeleitet. Dieser Vorgehensweise liegt die Annahme zugrunde, dass die Geruchsschwellenverteilung in der Bevölkerung für die in Frage kommenden Substanzen einer Verteilung ähnlich der Geruchsschwellenkennlinie für Schwefelwasserstoff entspricht. Wenn der mit Hilfe des

<sup>6</sup> Devos et al.: Standardized Human Olfactory Thresholds. Oxford University Press 1990

<sup>7</sup> Huber, G., Hangartner, M. Gierer, R.: Sensorische Geruchsmessung, Sozial- und Präventivmedizin 26, 179 – 182 (1981)

Sicherheitsfaktors 3 aus der Geruchsschwelle berechnete Wert unter dem statistisch ermittelten Auffälligkeitwert (90. Perzentil) einer Substanz liegt, stellt dies aus Sicht der AGÖF eine Auffälligkeit dar, die bei der Bewertung einer Raumluftmessung gesondert zu berücksichtigen ist. Dieser Stoff kann, wenn er in einer Konzentration über dem Orientierungswert vorliegt, zur geruchlich bedingten Beeinträchtigung von entsprechend empfindlichen Personen beitragen, auch wenn er weder für die Mehrzahl der Nutzer noch für den Prüfer geruchlich wahrnehmbar ist.

## 5. Erläuterung zu der Orientierungswerttabelle

### Spalte 1: Name der Substanz

### Spalte 2: zugehörige CAS-Nummer zur eindeutigen Identifizierung

### Spalte 3: Anzahl N

Angegeben wird die Anzahl der Daten, die der statistischen Auswertung hinterlegt sind.

### Spalte 4: Normalwert

Der Normalwert stellt die „durchschnittliche“ Belastungssituation im betrachteten Kollektiv dar. Er entspricht dem 50 Perzentilwert. Auch eine Luftkonzentration im Bereich des Normalwerts geht in der Regel auf eine oder mehrere Quellen zurück, jedoch wird im Allgemeinen kein ausreichendes Indiz für einen zwingenden Handlungsbedarf im Sinne einer Minimierung gesehen.

### Spalte 5: Auffälligkeitwert

Der Auffälligkeitwert entspricht dem 90 Perzentilwert. Er beschreibt eine Überschreitung von in Innenräumen üblichen Konzentrationen und deutet damit auf die Existenz einer entsprechenden Emissionsquelle hin.

### Spalte 6: Orientierungswert der AGÖF

Beim Orientierungswert werden neben dem Auffälligkeitwert auch toxikologisch abgeleitete Werte oder Geruchsschwellenwerte angegeben, wenn diese unter dem 90 Perzentilwert liegen.

Aus Sicht der AGÖF ist bei einem Erreichen bzw. Überschreiten des Orientierungswertes zu prüfen, ob im Sinne einer vorbeugenden Minimierung der VOC-Belastung ein weiterer Handlungsbedarf besteht. Auch sollte hier die gesundheitliche Relevanz und Sanierungsnotwendigkeit geprüft werden. Der Umfang und das Vorgehen bei dieser Prüfung muss weitestgehend dem Gutachter überlassen werden. Neben den Gegebenheiten bei der Prüfung sollte er dabei beachten, dass:

- a) Verfahrenstechnische Unsicherheiten von VOC-Untersuchungen gegeben sind. Hinweise hierzu lassen sich unter anderem aus den Ringversuchen und Vergleichsuntersuchungen der AGÖF gewinnen;
- b) Schwankungen von VOC-Konzentrationen in Räumen in Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen und Nutzungsgewohnheiten zu erwarten sind;
- c) Je nach Emissionsquelle ein Rückgang der Belastung in Form eines Abklingverhaltens möglich ist.

### Spalte 7: Hinweise

In dieser Spalte finden sich ergänzende Hinweise zu weiteren Bewertungsmaßstäben für die einzelnen Verbindungen wie die toxikologischen Richtwerte der sog. Ad-hoc-AG. Diese sind als Richtwertepaar (RWII und RW I) aufgeführt.

Im Bereich des Bundeslandes Hamburg wurden von unterschiedlichen Landesbehörden Richtwerte zur Bewertung der Innenraumluft in gleicher Sprachgebung wie von der Ad-hoc-AG abgeleitet, diese werden ebenfalls genannt und entsprechend auch den Vorgaben der Originalautoren mit „v“ für vorläufig gekennzeichnet.

Beide Institutionen haben ihrerseits in jüngerer Vergangenheit auch Richtwerte für Stoffgemische gebildet, deren analytische Definition und Bestimmung nicht eindeutig ist (C1-C4-Alkylbenzole, Aliphaten C9 bis C14, C3 bis C6-Alkanale, bicyclische und monocyclische Terpene). Durch die AGÖF werden im Folgenden jeweils Hinweise bei den Verbindungen gemacht, die einem dieser Summenwerte zugeordnet werden können. Weiterhin werden am Ende der Tabelle die Summen genannt, die sich aus der Addition der zugehörigen Verbindungen ergeben.

Ebenfalls aufgenommen wurden die wirkungsbezogenen Innenraumrichtwerte (WIR) des Arbeitskreises Innenraumluft am österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie toxikologische Richtwerte bzw. Richtwertkonzepte weiterer Einzelautoren.

Auch vereinzelte Hinweise auf für bewertende Fragen besonders relevante Substanzeigenschaften oder Hinweise anderer Organisationen wurden aufgenommen.

Die AGÖF bemüht sich um Aktualität, in Zweifelsfällen sollte die Aktualität der genannten Richtwerte unter den genannten Links bzw. den Originalstellen überprüft werden.

## 6. Orientierungswertliste

Stoffname	CAS	N	Normalwert P 50 [in µg/m³]	Auffälligkeits- wert P 90 [in µg/m³]	Orientierungswert [in µg/m³]	Hinweise (siehe Kapitel 6.1)
<b>Alkane</b>						
n-Hexan	110-54-3	2288	2,0	11,0	10	
n-Heptan	142-82-5	2358	3,0	13,0	14	
n-Oktan	111-65-9	2343	1,0	7,1	7	
n-Nonan	111-84-2	2344	1,0	7,6	8	Ad-hoc-AG: Summe Aliphaten C9-C14 RW I = 200µg/m³ ; RW II = 2000µg/m³
n-Decan	124-18-5	2349	2,0	20,1	20	
n-Undecan	1120-21-4	2362	3,0	29,0	30	
n-Dodecan	112-40-3	2363	2,0	16,0	16	
n-Tridecan	629-50-5	2364	1,0	5,0	5	
n-Tetradecan	629-59-4	2358	1,1	5,0	5	
n-Pentadecan	629-62-9	2352	1,0	3,4	3	
n-Hexadecan	544-76-3	1991	1,0	3,0	3	
n-Heptadecan	629-78-7	926	1,0	2,0	2	
n-Octadecan	593-45-3	838	0,5	2,0	2	
n-Nonadecan	629-92-5	831	0,5	1,0	1	
n-Eicosan	112-95-8	831	0,5	0,5	1	
2-Methylpentan	107-83-5	863	1,7	6,1	6	
3-Methylpentan	96-14-0	869	0,7	5,0	5	
3-Methylhexan	589-34-4	662	1,0	8,9	9	
2,2,4-Trimethylpentan (Isooctan)	540-84-1	1993	0,5	1,0	1	
2,2,4,6,6-Pentamethylheptan	13475-82-6	1560	0,7	6,4	6	
2,2,4,4,6,8,8- Heptamethylnonan	4390-04-9	1281	0,5	2,0	2	

Stoffname	CAS	N	Normalwert P 50 [in µg/m³]	Auffälligkeits- wert P 90 [in µg/m³]	Orientierungswert [in µg/m³]	Hinweise (siehe Kapitel 6.1)
<b>Cycloalkane</b>						
Cyclohexan	110-82-7	2365	2,0	13,0	13	BWG: vRW I = 400µg/m³ ; vRW II = 4000µg/m³
Methylcyclopentan	96-37-7	2356	0,9	4,1	4	
Methylcyclohexan	108-87-2	2330	1,0	9,0	9	
<b>Alkene</b>						
1-Octen	111-66-0	1403	0,7	1,0	2	
1-Nonen	124-11-8	1110	0,7	1,0	2	
1-Decen	872-05-9	1105	0,9	1,0	2	
1-Undecen	821-95-4	1101	0,7	1,0	2	
trimeres Isobuten	7756-94-7	2077	0,5	1,0	1	
4-Vinylcyclohexen	100-40-3	2032	0,5	0,5	1	
4-Phenylcyclohexen	4994-16-5	2323	0,5	0,5	1	
<b>Aromaten</b>						
Benzol	71-43-2	2361	1,7	4,0	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanzerogen</li> <li>• 22. BimschV: Außenluftgrenzwert: 5µg/m³ (entspricht Richtlinie 2000/69/EG)</li> <li>• WHO: "no safe level"</li> </ul>
Toluol	108-88-3	2402	12,0	49,0	50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ad-hoc-AG: RW I = 300µg/m³ ; RW II = 3000µg/m³</li> <li>• BWG: Summe C1-C4-Alkylbenzole vRW I = 300µg/m³ ; vRW II = 3000µg/m³</li> <li>• BMLFUW: WIR = 75µg/m³</li> <li>• WHO: RW = 260µg/m³ (Toxizität), RW = 1.000 µg/m³ (Geruch)</li> </ul>
Ethylbenzol	100-41-4	2395	2,0	13,0	4 [Anm. 7]	BWG: Summe C1-C4-Alkylbenzole vRW I = 300µg/m³ ; vRW II = 3000µg/m³
m,p-Xylol	108-38-3/ 106-42-3	2396	5,0	38,4	40	
o-Xylol	95-47-6	2375	2,0	14,0	14	
n-Propylbenzol	103-65-1	2362	0,5	3,0	3	
Isopropylbenzol	98-82-8	2112	0,5	2,0	2	
2-Ethyltoluol	611-14-3	1944	0,5	4,0	4	

Stoffname	CAS	N	Normalwert P 50 [in µg/m³]	Auffälligkeits- wert P 90 [in µg/m³]	Orientierungswert [in µg/m³]	Hinweise (siehe Kapitel 6.1)
3-Ethyltoluol	620-14-4	1144	1,4	10,0	10	BWG: Summe C1-C4-Alkylbenzole vRW I = 300µg/m³ ; vRW II = 3000µg/m³
4-Ethyltoluol	622-96-8	1124	0,9	5,7	6	
1,2,3-Trimethylbenzol	526-73-8	2153	0,5	4,2	4	
1,2,4-Trimethylbenzol	95-63-6	2375	2,0	16,0	16	
1,3,5-Trimethylbenzol	108-67-8	2359	1,0	5,0	5	
1,2,4,5-Tetramethylbenzol	95-93-2	1371	0,5	1,1	1	
n-Butylbenzol	104-51-8	1114	0,5	2,0	2	
p-Cymol	99-87-6	1661	0,5	3,6	4 [Anm. 7]	
1,3-Diisopropylbenzol	99-62-7	917	0,7	0,9	1	
1,4-Diisopropylbenzol	100-18-5	784	0,7	0,9	1	
Naphthalin	91-20-3	1615	1,0	2,0	2 [Anm. 1]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanzerogen</li> <li>• Ad-hoc-AG: RW I = 2µg/m³ ; RW II = 20µg/m³</li> <li>• BUI: Summe PAK über Toxizitätsfaktoren</li> </ul>
Styrol	100-42-5	2374	2,0	12,1	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ad-hoc-AG: RW I = 30µg/m³ ; RW II = 300µg/m³</li> <li>• BMLFUW: WIR = 40µg/m³</li> <li>• WHO: RW = 260µg/m³ (Toxizität), RW = 30µg/m³ (Geruch)</li> </ul>
Phenol	108-95-2	1507	0,5	3,0	3	
2,6-Di-tert.-butyl-4-methylphenol (BHT)	128-37-0	834	0,5	0,5	1	
Benzothiazol	95-16-9	601	0,5	1,0	2	
Indan	496-11-7	542	0,5	2,0	2	
<b>Halogenkohlenwasserstoffe</b>						
Tetrachlormethan	56-23-5	999	0,5	1,0	1	
1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	2325	0,5	2,0	2	
Trichlorethen (Tri)	79-01-6	1618	0,5	1,0	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanzerogen</li> <li>• WHO: „no safe level“</li> </ul>
Tetrachlorethen (Per)	127-18-4	2330	0,5	1,0	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2. BlmschV: 100µg/m³</li> <li>• WHO: RW = 250µg/m³</li> <li>• BMLFUW: WIR = 250µg/m³</li> </ul>

Stoffname	CAS	N	Normalwert P 50 [in µg/m³]	Auffälligkeitswert P 90 [in µg/m³]	Orientierungswert [in µg/m³]	Hinweise (siehe Kapitel 6.1)
1,2-Dichlorbenzol	95-50-1	1121	0,9	0,9	1	
1,4-Dichlorbenzol	106-46-7	2283	0,5	0,9	1	
<b>Alkohole</b>						
2-Propanol (Isopropanol)	67-63-0	869	15,0	74,2	75	
1-Butanol	71-36-3	2284	11,0	45,7	45	
Isobutanol (2-Methyl-1-propanol)	78-83-1	1277	3,0	21,7	20	
Isoamylalkohol (3-Methyl-1-butanol)	123-51-3	729	0,3	0,7	1	
1-Pentanol	71-41-0	462	1,8	6,6	7	
1-Hexanol	111-27-3	445	0,4	2,1	2	
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	2283	2,4	12,8	12	
1-Octen-3-ol	3391-86-4	746	0,2	0,3	1	
Benzylalkohol	100-51-6	746	0,5	4,2	4	
<b>Terpene</b>						
alpha-Pinen	80-56-8	2395	8,0	93,0	95	Ad-hoc-AG: Summe bicyclischer Terpene RW I = 200µg/m³ ; RW II = 2000µg/m³
beta-Pinen	127-91-3	2362	1,0	12,0	12	
delta-3-Caren	13466-78-9	2379	2,5	34,0	35	
Limonen	138-86-3	2394	6,0	33,3	35	BWG: Summe monocycl. Terpene vRW I = 200µg/m³ ; vRW II = 2000µg/m³
beta-Linalool	78-70-6	748	0,5	1,0	1	
Campher	76-22-2	1321	0,9	1,3	2	Ad-hoc-AG: Summe bicyclischer Terpene RW I = 200µg/m³ ; RW II = 2000µg/m³
Camphen	79-92-5	1455	0,7	3,0	3	
Eucalyptol	470-82-6	1334	1,0	2,3	2	
Menthol	89-78-1	796	0,5	1,0	1	
alpha-Terpinen	99-86-5	999	0,5	0,5	1	
gamma-Terpinen	99-85-4	718	0,7	0,9	1	

Stoffname	CAS	N	Normalwert P 50 [in µg/m³]	Auffälligkeitswert P 90 [in µg/m³]	Orientierungswert [in µg/m³]	Hinweise (siehe Kapitel 6.1)
Borneol	507-70-0	615	0,5	2,0	2	Ad-hoc-AG: Summe bicyclischer Terpene RW I = 200µg/m³ ; RW II = 2000µg/m³
Isolongifolen/Isolongicyclen	1135-66-6	1227	0,9	0,9	2	
Longifolen	475-20-7	2047	0,9	2,0	2	
Verbenon	1196-01-6	539	0,5	1,0	1	Ad-hoc-AG: Summe bicyclischer Terpene RW I = 200µg/m³ ; RW II = 2000µg/m³
beta-Caryophyllen	87-44-5	1190	0,9	1,1	2	
beta-Citronellol	106-22-9	731	0,5	0,5	1	
<b>Aldehyde</b>						
Formaldehyd	50-00-0	446	32,5	84,5	30 [Anm. 6]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanzerogen [Anm. 4]</li> <li>• BGA: 0,1 ppm (≡ 120µg/m³)</li> <li>• BWG: vRW I = 30µg/m³; vRW II = 100µg/m³</li> <li>• WHO: RW = 100µg/m³</li> </ul>
Acetaldehyd	75-07-0	297	23,0	72,2	70	B.A.U.CH. (b): Summe C2-C10 n-Aldehyde RW = 60ppb
Propanal	123-38-6	274	4,0	17,7	18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BWG: vRW I = 20µg/m³</li> <li>• BWG: Summe Alkanale C3-C6: vRW I = 100µg/m³; vRW II = 1000µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (b): Summe C2-C10 n-Aldehyde RW = 60ppb</li> </ul>
n-Butanal	123-72-8	1742	3,0	11,0	9 [Anm. 7]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BWG: vRW I = 10µg/m³</li> <li>• BWG: Summe Alkanale C3-C6: vRW I = 100µg/m³; vRW II = 1000µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (b): RW = 44µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (b): Summe C2-C10 n-Aldehyde RW = 60ppb</li> </ul>
n-Pentanal	110-62-3	2297	5,0	24,2	7 [Anm. 7]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BWG: Summe Alkanale C3-C6: vRW I = 100µg/m³; vRW II = 1000µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (b): RW = 53µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (b): Summe C2-C10 n-Aldehyde RW = 60ppb</li> </ul>
n-Hexanal	66-25-1	2318	14,0	67,0	19 [Anm. 7]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BWG: vRW I = 20µg/m³</li> <li>• BWG: Summe Alkanale C3-C6: vRW I = 100µg/m³; vRW II = 1000µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (b): RW = 61µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (b): Summe C2-C10 n-Aldehyde RW = 60ppb</li> </ul>
n-Heptanal	111-71-7	2109	2,0	7,8	8 [Anm. 7]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.A.U.CH. (b): RW = 70µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (b): Summe C2-C10 n-Aldehyde RW = 60ppb</li> </ul>
n-Octanal	124-13-0	2100	3,0	9,0	2 [Anm. 7]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.A.U.CH. (b): RW = 79µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (b): Summe C2-C10 n-Aldehyde RW = 60ppb</li> </ul>
n-Nonanal	124-19-6	2309	7,0	21,0	4 [Anm. 7]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.A.U.CH. (b): RW = 87µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (b): Summe C2-C10 n-Aldehyde RW = 60ppb</li> </ul>

Stoffname	CAS	N	Normalwert P 50 [in µg/m³]	Auffälligkeitswert P 90 [in µg/m³]	Orientierungswert [in µg/m³]	Hinweise (siehe Kapitel 6.1)
n-Decanal	112-31-2	2051	2,0	7,5	2 [Anm. 7]	<ul style="list-style-type: none"> <li>B.A.U.CH. (b): RW = 96µg/m³</li> <li>B.A.U.CH. (b): Summe C2-C10 n-Aldehyde RW = 60ppb</li> </ul>
Benzaldehyd	100-52-7	1564	3,5	10,0	10	
Furfural	98-01-1	358	1,0	2,0	2	
<b>Ketone</b>						
2-Butanon (Methylethylketon MEK)	78-93-3	2285	5,0	42,2	40	
2-Hexanon (Methylbutylketon MBK)	591-78-6	830	0,2	1,4	1	
4-Methyl-2-pentanon (Methylisobutylketon MIBK)	108-10-1	2433	1,0	7,7	8	
2-Heptanon	110-43-0	771	0,5	1,9	2	
3-Heptanon	106-35-4	862	0,4	1,5	2	
3-Octanon	106-68-3	763	0,2	0,2	1	
Acetophenon	98-86-2	1252	1,6	4,0	4	
Cyclohexanon	108-94-1	2412	1,0	4,0	4	
N-Methylpyrrolidon	872-50-4	2003	1,0	5,0	5	BWG: vRW I = 40µg/m³; vRW II = 400µg/m³
<b>Ester ein- und zweiwertiger Alkohole</b>						
Ethylacetat	141-78-6	2371	4,0	38,0	40	
n-Propylacetat	109-60-4	1250	1,0	1,3	2	
Isopropylacetat	108-21-4	1501	0,9	1,3	2	
n-Butylacetat	123-86-4	2371	3,1	49,8	10 [Anm. 7]	
Isobutylacetat	110-19-0	2143	0,5	4,0	4	
3-Methoxybutylacetat (Butoxyl)	4435-53-4	865	0,5	0,9	1	
Ameisensäurebutylester (n-Butylformiat)	592-84-7	818	0,5	2,0	2	

Stoffname	CAS	N	Normalwert P 50 [in µg/m³]	Auffälligkeits- wert P 90 [in µg/m³]	Orientierungswert [in µg/m³]	Hinweise (siehe Kapitel 6.1)
Benzoessäuremethylester (Methylbenzoat)	93-58-3	606	0,5	2,5	3	
Acrylsäuremethylester (Methylacrylat)	96-33-3	862	0,5	0,5	1 [Anm. 7]	
Acrylsäureethylester (Ethylacrylat)	140-88-5	819	0,5	0,5	1	
Acrylsäurebutylester (Butylacrylat)	141-32-2	896	0,5	0,5	1	
Methacrylsäuremethylester (Methylmethacrylat)	80-62-6	1828	0,5	2,0	2	BWG: vRW I = 100µg/m³; vRW II = 1000µg/m³
Ethylenglykolmonomethylether acetat (EGMMA, 2- Methoxyethylacetat)	110-49-6	1958	0,5	0,9	1	
Ethylenglykolmonoethyletherac etat (EGMEA, 2- Ethoxyethylacetat)	111-15-9	2228	0,7	1,0	2	
Ethylenglykolmonobutyletherac etat (EGMBA, 2- Butoxyethylacetat)	112-07-2	2022	0,5	0,7	1	
Propylenglykolmonomethyleth eracetat (PGMMA, 1- Methoxy-2-propylacetat)	108-65-6	2035	1,0	12,0	12	
Dipropylenglykolmonomethyleth eracetat (DPGMMA)	88917-22-0	735	0,5	0,5	1	
Diethylenglykolmonobutylether acetat (DEGMBA)	124-17-4	1948	0,5	2,0	2	
TXIB (2,2,4-Trimethyl-1,3- pentandiol-diisobutyrat)	6846-50-0	2165	0,9	4,0	4	BWG: vRW II = 1000µg/m³
Texanol	25265-77-4	2176	0,7	4,0	4	
Dimethylsuccinat	106-65-0	763	0,5	1,8	2	
Dimethylglutarat	1119-40-0	766	0,5	1,1	2	
Dimethyladipat	627-93-0	793	0,5	1,8	2	

Stoffname	CAS	N	Normalwert P 50 [in µg/m³]	Auffälligkeits- wert P 90 [in µg/m³]	Orientierungswert [in µg/m³]	Hinweise (siehe Kapitel 6.1)
Dibutylmaleinat	105-76-0	1392	0,5	1,0	1	
Dimethylphthalat	131-11-3	1277	0,5	2,0	2	
Diethylphthalat	84-66-2	821	1,0	3,0	3	
Di(n-butyl)phthalat (DBP)	84-74-2	738	0,5	3,0	3	
Diisobutylphthalat (DIBP)	84-69-5	727	1,0	4,0	4	B.A.U.CH. (c): 2,8µg/m³
Essigsäure-Bornylester (Bornylacetat)	76-49-3	621	0,7	1,0	2	
<b>Mehrwertige Alkohole und deren Ether (Glykol und Glykoether)</b>						
1,2-Propylenglykol	57-55-6	1965	2,5	17,0	18	
Ethylenglykolmonomethylether (EGMM, 2-Methoxyethanol)	109-86-4	2190	2,5	3,0	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.A.U.CH. (a): RW = 30µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (a): summarische Bewertung verschiedener Glykolderivate</li> </ul>
Ethylenglykolmonoethylether (EGME, 2-Ethoxyethanol)	110-80-5	2238	0,5	2,5	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.A.U.CH. (a): RW = 90µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (a): summarische Bewertung verschiedener Glykolderivate</li> </ul>
Ethylenglykolmonobutylether (EGMB, 2-Butoxyethanol)	111-76-2	2096	2,3	18,1	18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.A.U.CH. (a): RW = 120µg/m³</li> <li>• B.A.U.CH. (a): summarische Bewertung verschiedener Glykolderivate</li> </ul>
Ethylenglykolmonophenylether (EGMP, 2-Phenoxyethanol)	122-99-6	2240	1,0	9,2	9	B.A.U.CH. (d): RW = 300µg/m³ (Toxizität), RW = 100µg/m³ (Geruch)
Diethylenglykolmonomethylether (DEGMM, Methyldiglykol)	111-77-3	1842	3,0	8,5	8	
Diethylenglykolmonoethylether (DEGME, Ethyldiglykol)	111-90-0	1888	2,5	8,5	9	
Diethylenglykolmonobutylether (DEGMB, Butyldiglykol)	112-34-5	2194	1,5	13,9	14	
1,2-Propylenglykolmono- methylether (1,2-PGMM, 1- Methoxy-2-propanol)	107-98-2	2239	3,0	23,0	25	
1,2-Propylenglykolmono- butylether (PGMB, 1- Butoxy-2-propanol)	5131-66-8	1531	1,3	3,0	3	
1,2-Propylenglykolmono- phenylether (PGMP, 1- Phenoxy-2-propanol)	770-35-4	1152	0,6	2,0	2	

Stoffname	CAS	N	Normalwert P 50 [in µg/m³]	Auffälligkeits- wert P 90 [in µg/m³]	Orientierungswert [in µg/m³]	Hinweise (siehe Kapitel 6.1)
Dipropylenglykolmono- methylether (DPGMM)	34590-94-8	1278	0,5	7,0	7	
Dipropylenglykolmono- butylether (DPGMB)	29911-28-2	1932	1,0	4,7	5	
Tripropylenglykolmono- butylether	55934-93-5	1911	1,0	6,0	6	
<b>Siloxane</b>						
Hexamethyltricyclosiloxan (D3)	541-05-9	1659	1,0	9,0	9	
Octamethyltetracyclosiloxan (D4)	556-67-2	1728	1,5	9,8	10	
Decamethylpentacyclosiloxan (D5)	541-02-6	1646	4,3	30,4	30	BWG: vRW I = 300µg/m³; vRW II = 3000µg/m³
<b>Sonstige Verbindungen</b>						
Methyl-tert.-butylether (MTBE)	1634-04-4	890	1,7	2,5	3	
Tetrahydrofuran (THF)	109-99-9	1414	0,5	2,5	3	
2-Pentylfuran	3777-69-3	954	0,5	2,0	2	
1,4-Dioxan	123-91-1	893	1,0	5,0	5	
<b>Summenwerte</b>						
TVOC VDI/ECA		382	380	1.636	1.000 [Anm. 8]	Seifert: Bewertungskonzept TVOC [Anm.8] Ad-Hoc-AG: „Handreichung“ [Anm.5]
∑ C1 – C4-Alkylaromaten		1929	30	168	170	Ad-hoc-AG: Summe C1-C4-Alkylbenzole RW I = 300µg/m³ ; RW II = 3000µg/m³
∑ bicyclische Terpene		2351	12	150	150	Ad-hoc-AG: Summe bicyclischer Terpene RW I = 200µg/m³ ; RW II = 2000µg/m³
∑ moncyclische Terpene		2381	6	34	35	BWG: Summe monocycl. Terpene vRW I = 200µg/m³ ; vRW II = 2000µg/m³
∑ C3 – C6-Alkanale		1737	21	96	95	BWG: Summe Alkanale C3-C6: vRW I = 100µg/m³; vRW II = 1000µg/m³

## 6.1. Abkürzungen:

### **Ad-hoc-AG: Ad-hoc Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Innenraumlufthygiene-Kommission des UBA und der AG der Obersten Landesbehörden (AOLG)**

Hier insbesondere: Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der AGLMB (1996): Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema. Bundesgesundheitsblatt 39: 422-426.

### **B.A.U.CH.: Beratung und Analyse – Verein für Umweltchemie**

- a) Sachbericht: Vorkommen von Estern und Ethern mehrwertiger Alkohole in der Raumluft (1994)
- b) Sachbericht: Analyse und Bewertung der in Innenräumen vorkommenden Konzentrationen an länger-kettigen Aldehyden (1993)
- c) Sachbericht: Analyse und Bewertung der in Raumluft und Hausstaub vorhandenen Konzentrationen der Weichmacherbestandteile Diethylhexylphthalat (DEHP) und Dibutylphthalat (DBP) (1991)
- d) Marchl, D. (1998): Raumluftbelastungen durch Glykolverbindungen. In Diel, Feist, Krieg und Linden: Ökologisches Bauen und Sanieren. C.F. Müller Verlag. ISBN 3-7880-9901-1. S. 71-77

### **BGA: Bundesgesundheitsamt; (mittlerweile aufgegangen u.a. in Bundesinstitut für Risikobewertung)**

Hier insbesondere „Zur Gültigkeit des 0,1-ppm-Wertes für Formaldehyd“. Bundesgesundheitsblatt 35 (1992) S. 482-483

### **BimschV: Bundesimmissionsschutzverordnung**

Hier insbesondere: 2. BimschV (1990): Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen

Hier insbesondere: 22. BimschV (2002): Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft

### **BMLFUW: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Österreich)**

Hier insbesondere: Arbeitskreis Innenraumluft am BMLFUW und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften  
Nachzulesen unter: <http://www.innenraumanalytik.at/>

### **BUI: Bremer Umweltinstitut**

Hier insbesondere ZORN, C.; KÖHLER, M.; WEIS, N.; SCHARENBERG, W (2005): Proposal for Assessment of Indoor Air polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH). 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Beijing, China

Siehe auch [www.bremer-umweltinstitut.de](http://www.bremer-umweltinstitut.de)

### **BWG = Hamburger Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, früher Hamburger Behörde Umwelt und Gesundheit bzw. Gesundheit und Soziales,**

Hier insbesondere: VOC-Tabelle 1: <http://www.hamburg.de/servlet/contentblob/122306/voc-tab1/data.pdf> und VOC-Tabelle 2: <http://www.hamburg.de/servlet/contentblob/122308/voc-tab2/data.pdf> bzw. für den Richtwert Formaldehyd (Methanal) siehe Veröffentlichung "Richtwerte für

die Innerraumluft in Mecklenburg-Vorpommern"/ Seite 8: [http://www.lagus.mv-regierung.de/land-mv/LAGuS\\_prod/LAGuS/Gesundheit/Umwelthygiene\\_\\_Umweltmedizin/Services\\_\\_Formulare/Lufthygiene/509RW\\_MV.pdf](http://www.lagus.mv-regierung.de/land-mv/LAGuS_prod/LAGuS/Gesundheit/Umwelthygiene__Umweltmedizin/Services__Formulare/Lufthygiene/509RW_MV.pdf)

**RW = Richtwert**

**vRW = vorläufiger Richtwert**

**WHO: World health organization (Weltgesundheitsorganisation)**

Hier insbesondere „Regional office for Europe“ – WHO Air Quality Guidelines 2000 (Second edition)

[http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/74732/E71922.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf)

**WIR = Wirkungsbezogene Innenraumrichtwerte**

## 6.2. Anmerkungen:

[Anm 1]: Eine Belastung mit Naphthalin kann auf die Anwesenheit einer komplexeren Belastung mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen hinweisen. Dies wird empfohlen zu überprüfen und ggf. entsprechend zu bewerten.

[Anm 2]: Formaldehydkonzentrationen sind in erheblichem Maß von klimatischen Bedingungen im Raum bzw. von den Emissionsquellen abhängig. Bei einem Überschreiten von  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei klimatischen Bedingungen, die geringe Formaldehydemissionen aus Materialien zulassen, kann erfahrungsgemäß bei gleicher Quellensituation unter anderen klimatischen Bedingungen eine Belastung im Bereich der Richtwerte der WHO oder des BGA resultieren (etwa Winter-/Sommereffekte). Dies wird durch einen Prüfwert berücksichtigt, der dazu anregen soll, die Formaldehydbelastung ggf. unter anderen klimatischen Bedingungen erneut zu überprüfen.

[Anm 3]: Vorsorgerichtwert basierend auf Geruchsbelästigung nach Marchl, D. (1998): Raumluftbelastungen durch Glykolverbindungen. In Diel, Feist, Krieg und Linden: Ökologisches Bauen und Sanieren. C.F. Müller Verlag. ISBN 3-7880-9901-1. S. 71-77

[Anm 4] Das Bundesinstitut für Risikobewertung hat in einer jüngeren Stellungnahme bestätigt, dass Formaldehyd als krebserregend beim Einatmen anzusehen ist. Allerdings bestünde eine Konzentrationsabhängigkeit der Wirkung und es wird dort in der Einschätzung der bisher gültige Richtwert von  $0,1 \text{ ppm}$  ( $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) bestätigt, der praktisch keine krebsauslösende Wirkung mehr erwarten ließe.

[Anm. 5]: Ad-hoc-AG: Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten. Bundesgesundheitsblatt 7 (2007)

[Anm. 6]: siehe Hinweise; BWG

[Anm. 7]: Auffälligkeitswert wegen niedriger Geruchsschwelle siehe Kapitel 4

[Anm. 8]: Nach Vorschlag der IRK soll in Räumen, die für einen längerfristigen Aufenthalt bestimmt sind, auf Dauer ein TVOC-Wert zwischen einem und drei Milligramm pro Kubikmeter nicht überschritten werden. Siehe auch: Seifert, B.: Richtwerte für die Innerraumluft: Die Beurteilung der Innerraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert). Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 42 (1999) S. 270-278.