

## Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten

AgBB - Juni 2012



### Aktualisierte NIK-Werte-Liste 2012 in Teil 3

*Diese Fassung gilt ab dem Datum ihrer Bekanntmachung. Die hiermit ersetzte vorherige Fassung gilt ab diesem Datum noch ein Jahr weiter. Dies gilt auch für aktualisierte NIK-Werte-Listen. Alte und neue Fassungen sind jedoch jeweils in sich vollständig zu verwenden; sie dürfen nicht vermischt werden.*

# Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten

## 1. Einleitung

Die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen beim Aufenthalt in Innenräumen von Gebäuden werden einerseits durch die herrschenden raumklimatischen Bedingungen (vor allem Temperatur, Luftwechsel und relative Luftfeuchte), andererseits aber auch durch mögliche Verunreinigungen der Innenraumluft beeinflusst. Solche Verunreinigungen können aus einer Vielzahl von Quellen stammen. Unter ihnen spielen Bauprodukte vor allem deshalb eine wesentliche Rolle, weil ihre Auswahl häufig nicht im Ermessen der Raumnutzer liegt und weil viele von ihnen großflächig in den Raum eingebracht werden.

Für die Verwendung von Bauprodukten gelten in Deutschland die Bestimmungen der Landesbauordnungen. Danach sind bauliche Anlagen so zu errichten und instand zu halten, dass „Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden“ (§ 3 Musterbauordnung, [MBO, 2002]). Bauprodukte, mit denen Gebäude errichtet oder die in solche eingebaut werden, haben diese Anforderungen insbesondere in der Weise zu erfüllen, dass „durch chemische, physikalische oder biologische Einflüsse Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen“ (§ 13 MBO).

In der Europäischen Union wurde der Bedeutung der Bauprodukte durch die europäische Bauprodukten-Richtlinie Rechnung getragen, die 1989 in Kraft trat [Rat der Europäischen Gemeinschaften, 1989]. Neben der Beseitigung von Handelshemmnissen ist ein wichtiges Anliegen dieser Richtlinie, gesundheitliche Belange zu berücksichtigen. Die europäische Bauprodukten-Richtlinie wurde 1992 durch das Bauproduktengesetz [BauPG1992] und die Novellen der Landesbauordnungen in nationales Recht umgesetzt.

Am 4.4.2011 wurde die vom Europäischen Parlament am 9. März 2011 verabschiedete Bauprodukte-Verordnung (Nr. 305/2011) im europäischen Amtsblatt L 88/5 veröffentlicht. Die Verordnung dient der "Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Bauprodukte-Richtlinie 89/106/EWG des Rates" und tritt am 24.4.2011 in Kraft. Es gibt einen Übergangszeitraum. Danach gelten Bauprodukte, die vor dem 1. Juli 2013 in Übereinstimmung mit der Richtlinie 89/106/EWG (Bauproduktenrichtlinie) in Verkehr gebracht werden, als mit der neuen

Bauproduktenverordnung konform. Einer Umsetzung der neuen Bauproduktenverordnung (BauPVO) in nationales Recht bedarf es nicht mehr, da europäische Verordnungen unmittelbar in allen Mitgliedstaaten rechtswirksam werden. Somit gilt die neue Bauproduktenverordnung auch in Deutschland seit dem 24.4.2011. Allerdings gelten wesentliche Teile der Bauproduktenverordnung entsprechend dem Artikel 68 – Inkrafttreten – erst ab 1. Juli 2013. Die neue EU-Bauproduktenverordnung schreibt die EG-Bauproduktenrichtlinie fort und erweitert gleichzeitig den Geltungsbereich der Umwelt- und Gesundheitsanforderungen.

Ein erklärtes Ziel der Landesbauordnungen und der EG-Bauproduktenrichtlinie sowie auch der zukünftigen europäischen Verordnung ist es, die Gesundheit von Gebäudenutzern zu schützen. „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ zählen zu den Grundanforderungen an Bauwerke und an darin eingebrachte Bauprodukte. Mit der Einhaltung dieser wesentlichen Anforderungen durch Bauprodukte darf die Gesundheit nicht gefährdet werden. Die Vermeidung und Begrenzung von Schadstoffen in Innenräumen, z.B. von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) wird hiermit ausdrücklich abgedeckt [Anhang I, Bauproduktenverordnung, EC, 2011].

Die Europäische Kommission hat die bislang unzureichende Umsetzung der Anforderungen an den Gesundheitsschutz auf Bauproduktebene erkannt und einen Auftrag (Mandat) an CEN erteilt. Das Mandat<sup>1</sup> sieht die Entwicklung von horizontalen Prüfmethode für gefährliche Stoffe in und deren Emissionen aus Bauprodukten vor. Zu diesem Zweck hat CEN das technische Komitee CEN TC 351 gegründet. Die dort zu erarbeitenden horizontalen Prüfmethode sollen die Grundlage für die technischen Spezifikationen von Bauprodukten bei der Normung und bei der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bilden. Als Ergebnis der Normungsarbeit ist die Veröffentlichung einer VOC-Prüfmethode für Bauprodukte als eine Technische Spezifikation (CEN/TS) im Jahr 2013 und als Europäische Norm (EN) ca. zwei Jahre danach zu erwarten.

Bereits in den 90er Jahren haben sich nationale und internationale Gremien, insbesondere die European Collaborative Action (ECA) "Indoor Air Quality and its Impact on Man", speziell mit den Fragen der Bewertung von VOC-Emissionen aus Bauprodukten beschäftigt. In der ECA sind Experten aus den Ländern der Europäischen Union sowie der Schweiz und Norwegen tätig, die das in Europa verfügbare Fachwissen zu den verschiedensten innenraumrelevanten Themen aufarbeiten und in Berichten zusammenfassen, die so konkrete Angaben enthalten, dass sie als "pränormativ" bezeichnet werden können. Hierzu veröffentlichte die ECA den Bericht Nr. 18 "Evaluation of VOC Emissions from Building Products", in dem als Beispiel ein Bewertungsschema für Emissionen aus Fußbodenbelägen angegeben ist [ECA, 1997a].

Der Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB)<sup>2</sup> sieht es als eine seiner wichtigsten Aufgaben an, die Grundlagen für eine einheitliche Bewertung von

---

<sup>1</sup> Mandate M/366 "Development of horizontal standardized assessment methods for harmonized approaches relating to dangerous substances under the Construction Products Directive (CPD)" EU-Commission, DG Enterprise, Brussels 16.03.2005

<sup>2</sup> Vertreten sind die obersten Landesgesundheitsbehörden, das Umweltbundesamt (UBA) mit der Geschäftsstelle des AgBB, das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt), die Bauministerkonferenz - die Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU), die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und der Koordinierungsausschuss 03 für Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz des Normenausschusses Bauwesen im DIN (DIN-KOA 03).

Bauprodukten in Deutschland bereitzustellen, damit einerseits die Forderungen erfüllt werden, die sich aus den Landesbauordnungen und der europäischen Bauproduktenverordnung ergeben, und andererseits eine nachvollziehbare und objektivierbare Produktbewertung möglich ist.

Der Ausschuss hat hierzu ein Schema zur Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der VOC-Emissionen aus Bauprodukten, die in Innenräumen von Gebäuden verwendet werden, vorgelegt [AgBB, 2000]. Flüchtige organische Verbindungen nach diesem Schema umfassen Verbindungen im Retentionsbereich C<sub>6</sub> bis C<sub>16</sub>, die als Einzelstoffe und als Summenparameter im Rahmen des TVOC-Konzeptes (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) betrachtet werden, sowie schwerflüchtige organische Verbindungen (SVOC) im Retentionsbereich oberhalb von C<sub>16</sub> bis C<sub>22</sub>.

Das Schema wurde sowohl nach seiner ersten Veröffentlichung im Jahre 2000 als auch während und zum Ende seiner Einführungsphase von 2002 bis 2004 [Tagungsbände der Fachgespräche 2001 und 2004; internationale Fachtagung, 2007] intensiv mit Herstellerfirmen und der weiteren Fachöffentlichkeit diskutiert. Als Ergebnis dieser Prozesse wurde das Bewertungsschema überarbeitet [AgBB, 2005] und vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) in den Zulassungsgrundsätzen zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten umgesetzt [DIBt, 2004, aktuelle Fassung 2010]. Einige der in der Zwischenzeit neu gewonnenen Erkenntnisse werden in der vorliegenden Fassung berücksichtigt [Däumling, 2012]. Für andere Aspekte besteht weiterer Forschungsbedarf, z.B. für eine Einbeziehung von bestimmten VVOCs, die sich als relevante Bauproduktmissionen erwiesen haben [z.B. Gellert und Horn, 2005]. Hierfür sind die derzeit verwendeten VOC-Messmethoden nicht ausreichend geeignet.

Bei Einhaltung der im Schema vorgegebenen Prüfwerte werden die Mindestanforderungen der vorgenannten Bauordnungen zum Schutz der Gesundheit im Hinblick auf VOC-Emissionen erfüllt. Gleichwohl werden Initiativen der Hersteller, emissionsärmere Produkte herzustellen, unterstützt. Hersteller können deshalb bessere Leistungsparameter (VOC-Emissionen) ihrer Produkte z.B. mit Hilfe von Gütesiegeln deklarieren [ECA, 2005; ECA 2012].

## **2. Gesundheitliche Bewertung von VOC-Emissionen aus Bauprodukten**

Die Literatur über die Wirkung von Innenraumluftverunreinigungen ist umfangreich, vgl. z.B. [ECA, 1991b; WHO, 2000, 2010; Doty, 2004; Rumchev, 2004; Weschler, 2004; Wolkoff, 2006; Ad-hoc, 2007; Arif and Shah, 2007; Mendell, 2007; Bernstein, 2008; Heinzow, 2009; Hsu, 2012]. Die Wirkungen von flüchtigen organischen Verbindungen können von Geruchsempfindungen und Reizwirkungen auf die Schleimhäute von Augen, Nase und Rachen über akute systemische Wirkungen bis hin zu Langzeitwirkungen reichen. Hierzu zählen auch Wirkungen auf das Nervensystem, allergisierende oder allergieverstärkende Eigenschaften und insbesondere eine kanzerogene, mutagene oder reproduktionstoxische Potenz.

Zur toxikologischen Bewertung von Stoffen aus Bauprodukten können die bereits verfügbaren Informationen herangezogen werden, die im günstigsten Fall Kenntnisse über Dosis-Wirkungs-Beziehungen enthalten. Daraus lassen sich Konzentrationsniveaus ermitteln, unterhalb derer keine nachteiligen Wirkungen zu befürchten sind.

Das umfangreichste Bewertungssystem existiert für den Arbeitsplatz in Form von Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW). An Arbeitsplätzen mit betriebsbedingtem Umgang mit Gefahrstoffen liegen allerdings im Allgemeinen sehr viel höhere Stoffkonzentrationen vor als in bewohnten Innenräumen. Zudem sind am Arbeitsplatz im Verhältnis zum Innenraum kürzere Expositionszeiten zu Grunde gelegt. Dies muss, ebenso wie die Einbeziehung besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen und die fehlende messtechnische und arbeitsmedizinische Überwachung bei der Übertragung auf den bewohnten Innenraum mit entsprechenden Faktoren berücksichtigt werden [ECA, 1997a].

Die hierauf basierende Vorgehensweise zur Ableitung von Hilfsgrößen zur Bewertung von Bauprodukten, den sogenannten NIK-Werten (niedrigste interessierende Konzentrationen), wird im Vorwort der NIK-Werte-Liste im Anhang detailliert beschrieben.

Die bisher genannten Beurteilungsmaßstäbe basieren auf Einzelstoffbetrachtungen, obwohl die Bewohner von Gebäuden immer einer Vielzahl von Substanzen ausgesetzt sind. Dies wird mit Hilfe der Summenkonzentration der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) berücksichtigt [Seifert, 1999; ISO 16000-6; Ad-hoc, 2007]. Es sei an dieser Stelle betont, dass ein TVOC-Richtwert aufgrund der schwankenden Zusammensetzung des in der Innenraumluft auftretenden Substanzgemisches keine konkrete toxikologische Basis haben kann. Es liegen aber ausreichende Erkenntnisse vor, dass mit steigender TVOC-Konzentration die Wahrscheinlichkeit für Beschwerdereaktionen und nachteilige gesundheitliche Wirkungen zunimmt [ECA, 1997b, Ad-hoc, 2007].

### **3. Sensorische Aspekte**

Bauproduktmissionen gehen häufig mit Geruchswahrnehmungen einher, die zu Belästigungen und gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen können. Die sensorische Prüfung ist daher ein wichtiges Element bei der Bewertung von Bauproduktmissionen. In der Vergangenheit kamen unterschiedliche Messverfahren zur sensorischen Prüfung [z.B. Fischer, 1998; ECA, 1999] zur Anwendung, jedoch lag für eine Geruchsbewertung von Emissionen aus Bauprodukten ein abgestimmtes und allgemein anerkanntes Prüfverfahren nicht vor. Als ein Ergebnis der Forschungsvorhaben zu Geruchsemissionsmessungen von Bauprodukten in Prüfkammern [UBA Texte, 2007 und 2011] steht nun eine Methodik bereit, die inzwischen international genormt ist [ISO 16000-28].

Mit den bisherigen Erkenntnissen sowie dem Prüfkammerverfahren nach der ISO 16000-28 lassen sich Geruchsemissionen auf der Basis der empfundenen Intensität und Hedonik aus Bauprodukten innerhalb des AgBB-Prüfverfahrens erfassen und objektivieren. Um mit der Prüfmethode für unterschiedliche Bauprodukte weitere Erfahrungen sammeln zu können, hat der AgBB für die sensorische Prüfung eine zweijährige Pilotphase im Jahr 2012 gestartet. Die Pilotphase hat das Ziel, in Zusammenarbeit mit interessierten Kreisen von Industrieverbänden, Herstellern und Messinstitutionen unterschiedliche Bauprodukte zu untersuchen und die Anwendbarkeit der vorgeschlagenen Methodik zu erproben sowie zwei Ringversuche durchzuführen. Die Ergebnisse der Pilotphase werden eine breitere Entscheidungsgrundlage ermöglichen, in welcher Weise die sensorische Prüfung innerhalb des AgBB-Bewertungsverfahrens zukünftig Berücksichtigung finden kann.

## **4. Erfassung und Bewertung von VOC-Emissionen aus Bauprodukten**

### **4.1 Prüfkammertests zur Ermittlung von VOC-Emissionen**

Zur Feststellung der Emissionen von Bauprodukten sind Untersuchungen in Prüfkammern geeignet. Wichtige Einflussgrößen sind dabei einerseits Temperatur, Luftwechsel, relative Feuchte und Luftgeschwindigkeit in der Prüfkammer und andererseits Menge oder Fläche des Materials in der Kammer und Art der Vorbereitung des Prüfgutes. Der Einfluss dieser und weiterer Parameter wurde in internationalen Ringversuchen deutlich [ECA, 1993; ECA, 1995]. Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Ringversuche und einer zuvor veröffentlichten Vorgehensweise [ECA, 1991a] wurde eine europäische Norm zur Ermittlung der Emissionen von Bauprodukten veröffentlicht [DIN ISO 16000-9 bis -11]. Die Teile 9 und 10 beschreiben die Arbeitsweise bei Verwendung einer Prüfkammer bzw. einer Prüfzelle. In Teil 11 werden die Probenahme, Lagerung der Proben und die Vorbereitung der Prüfstücke beschrieben.

### **4.2 Expositionsszenarien**

Grundlage für die gesundheitliche Bewertung eines Bauproduktes sind die durch dieses Produkt bedingten VOC- (und SVOC-)Konzentrationen in der Innenraumluft, denen ein Raumnutzer ausgesetzt wäre. Für eine solche Bewertung sind die in den Prüfkammertests nach dem AgBB-Schema ermittelten flächenspezifischen Emissionsraten eines Bauproduktes (s. 4.1) allein nicht ausreichend. Vielmehr müssen zusätzlich die unter Praxisbedingungen zu erwartenden Raumluftsituationen berücksichtigt werden. Das Verbindungsglied zwischen Produktemission und Raumluftkonzentration bildet das Expositionsszenario, das Produktemission, die Raumdimensionierung, den Luftaustausch und die emittierende Oberfläche des in den Raum eingebrachten Bauproduktes berücksichtigen muss.

Aus energetischen Gründen wird die Gebäudehülle nach geltendem Baurecht bei Neubau und umfassender Sanierung zunehmend luftdicht ausgeführt. Hierdurch wird der Luftaustausch mit der Außenluft weiter reduziert, wenn dies nicht durch verstärkte aktive Lüftung kompensiert wird. Weiterhin ist aus lufthygienischer Sicht ein regelmäßiger Luftaustausch mit der Umgebungsluft schon allein deshalb notwendig, um die anfallende Feuchtelast (z.B. durch Kochen, Waschen), ebenso wie Gerüche und Emissionen sicher aus dem Innenraum abzutransportieren und die Voraussetzungen für ein gesundheitsverträgliches Raumklima zu schaffen.

Um sowohl die energetischen als auch die lufthygienischen Aspekte hinreichend zu berücksichtigen, geht das AgBB-Schema bei der Expositionsbetrachtung von einer Luftwechselrate von 0,5/h aus [DIN 1946-6, Gundermann, 1991]. Bei Innenräumen, die mit modernen dichtschießenden Fenstern und Türen ausgestattet sind und die eine hohe Luftdichtheit der Gebäudehülle gemäß Energieeinsparverordnung aufweisen, sind deutlich geringere Luftwechselraten die Regel. Das ist aber aus raumlufthygienischer Sicht zu wenig. Die im AgBB-Schema zugrunde gelegte Luftwechselrate von 0,5/h setzt daher eine verstärkte aktive Lüftungstätigkeit voraus, um Folgeschäden aus hygienischer Sicht vorzubeugen. Zudem ist der konsequente Einsatz emissionsarmer Bauprodukte und sonstiger im Innenraum verwendeter Materialien und Produkte in energiebedarfsarmen Gebäuden anzustreben. Insbesondere nach dem Einbringen neuer Materialien (z.B. Renovierung) muss eine verstärkte intensive Lüftung durch die Raumnutzer vorausgesetzt werden.

Da der Großteil des Gebäudebestandes in Deutschland nach wie vor aus nicht energieeffizienten Altbauten besteht, müssen die AgBB-Anforderungen eine möglichst große Bandbreite an Gebäudearten und -nutzungen und mithin auch unterschiedliche Luftwechselraten in den Gebäuden berücksichtigen. Eine Luftwechselrate von 0,5/h bleibt daher der in allen Gebäuden – alt wie neu – aus raumlufthygienischer Sicht anzustrebende Mindestluftwechsel. Mithin stellt dies auch für künftige Gebäude eine sachgerechte Berechnungsgrundlage für die Emissionsprüfungen in der Prüfkammer dar.

$$C = \frac{E_{fl} \cdot F}{n \cdot V} = \frac{E_{fl}}{q} \quad \text{Gl. (1)}$$

Gleichung (1) beschreibt die durch ein Bauprodukt bedingte Raumlufkonzentration  $C$  in Abhängigkeit von der flächenspezifischen Emissionsrate  $E_{fl}$  [ $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{h})$ ] des Produktes, der Luftwechselrate  $n$  [ $\text{h}^{-1}$ ] im betrachteten Raum und dem Verhältnis von eingesetzter Produktfläche  $F$  [ $\text{m}^2$ ] und Raumvolumen  $V$  [ $\text{m}^3$ ] im quasi-stationären Gleichgewicht. Die Größen  $n$ ,  $F$  und  $V$  können zu einer neuen produktspezifischen Größe  $q$  [ $\text{m}^3/(\text{h m}^2)$ ] zusammengefasst werden, die als flächenspezifische Lüftungsrate bezeichnet wird.

Der Modellraum im AgBB-Schema hat eine Grundfläche von 3 m x 4 m und eine Höhe von 2,5 m.

### 4.3 Schema zur Bewertung der flüchtigen organischen Substanzen

Zur gesundheitlichen Bewertung durchläuft das Produkt eine Reihe von Tests, die in dem in Abb. 1 dargestellten Ablaufschema festgelegt sind. Das Ablaufschema geht von einem Produkt aus, das luftdicht verpackt vorliegt. Als Versuchsbeginn ( $t_0$ ) wird der Zeitpunkt definiert, an dem das zu prüfende Produkt aus der Verpackung genommen und in die Prüfkammer oder -zelle gelegt wird. Das Produkt verbleibt über die gesamte Prüfzeit in der Prüfkammer/-zelle. Für manche Produktgruppen ist es notwendig, spezielle Prüfbedingungen zu definieren. Diese produktgruppenspezifischen Anforderungen werden gesondert festgelegt (siehe Zulassungsgrundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen Teil I und Teil II, [DIBt, 2010]). Hierbei können auch Kriterien für einen vorzeitigen Abbruch der Emissionsmessung definiert werden. Grundsätzlich gilt: Die Prüfung kann frühestens nach 7 Tagen nach Beladung abgebrochen werden, wenn die ermittelten Werte unterhalb der Hälfte der Anforderungen für die 28-Tage-Werte liegen und im Vergleich zur Messung am 3. Tag kein signifikanter Konzentrationsanstieg einzelner Substanzen festzustellen ist. Die Erfüllung dieser Kriterien ist durch die Prüfstelle hinreichend darzulegen.

Für die in der Prüfkammer zu bestimmenden Emissionen gelten in Anlehnung an die DIN ISO 16000-6 folgende Definitionen:

VOC: alle Einzelstoffe im Retentionsbereich  $C_6 - C_{16}$

TVOC: Summe aller Einzelstoffe  $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Retentionsbereich  $C_6 - C_{16}$

SVOC: alle Einzelstoffe im Retentionsbereich  $> C_{16} - C_{22}$

$\Sigma$  SVOC: Summe aller Einzelstoffe  $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Retentionsbereich  $> C_{16} - C_{22}$ .

Für die Zuordnung der Einzelstoffe zu den Retentionsbereichen  $C_6 - C_{16}$  bzw.  $> C_{16} - C_{22}$  ist die Analytik auf einer unpolaren Säule zugrunde zu legen. Einzelstoffe sind identifizierte und nicht identifizierbare Verbindungen.

Zur Identifizierung aller Einzelstoffe wird im AgBB-Schema grundsätzlich eine einheitliche Nachweisgrenze von  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zugrunde gelegt, um das Emissionsspektrum zunächst qualitativ möglichst vollständig zu erfassen.

Alle Einzelstoffe sind je nach Anforderung zu quantifizieren und ab einer Konzentration von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sowohl in der Einzelstoffbewertung als auch bei den entsprechenden Summenbildungen zu berücksichtigen. Ausnahmen gelten für kanzerogene Stoffe der EU-Kategorie 1 und 2 (ehemals Richtlinie 67/548/EWG Anh. I bzw. Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anh. VI Tab. 3.2) oder EU-Kategorie 1A und 1B nach dem neu geltenden GHS-System (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anh. VI Tab. 3.1) (siehe 4.3.1).

Die Quantifizierung der identifizierten Substanzen mit NIK-Werten und der Kanzerogene haben substanzspezifisch zu erfolgen. Die Quantifizierung der identifizierten Substanzen ohne NIK-Werte und die der nicht-identifizierten („unbekannten“) Substanzen erfolgen jeweils gegen Toluoläquivalente.

Die Messung der VOC und SVOC erfolgt durch Probenahme mittels Tenax bei anschließender Thermodesorption und Auswertung mittels GC/MSD analog DIN ISO 16000-6. Abweichend hiervon sind Aldehyde gemäß NIK-Werte-Liste Gruppe 7 mit der DNPH-Methode nach DIN ISO 16000-3 (siehe Anmerkung III im Anhang) zu bestimmen.

Zum Ablaufschema in Abb.1 werden die folgenden Erläuterungen gegeben:

#### **4.3.1 Messung und Prüfung nach 3 Tagen:**

- TVOC<sub>3</sub>

Ein Produkt erfüllt die Kriterien, wenn der TVOC-Wert nach 3 Tagen ( $\text{TVOC}_3$ )  $\leq 10 \text{ mg}/\text{m}^3$  liegt.

- Kanzerogene Stoffe

Die generelle Anforderung an jedes Bauprodukt ist, dass es praktisch keine kanzerogenen, mutagenen oder reproduktionstoxischen Stoffe emittieren soll. Eine Abgabe kanzerogener Stoffe gemäß Kategorie 1 und 2 (nach altem System) oder EU-Kategorie 1A und 1B (nach GHS-System) wird erstmalig an dieser Stelle des Ablaufschemas untersucht. Stoffe mit mutagenen oder reproduktionstoxischen Eigenschaften sowie Stoffe mit möglicher kanzerogener Wirkung gemäß EU-Kategorie 3 (nach altem System) oder EU-Kategorie 2 (nach GHS-System) werden im Rahmen des NIK-Konzepts (siehe Teil 3) geprüft und ggf. mit höheren Sicherheitsfaktoren belegt. Kanzerogene sind substanzspezifisch zu quantifizieren.

Nach 3 Tagen darf kein Kanzerogen der EU-Kategorie 1 und 2 bzw. 1A und 1B  $0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$  übersteigen.

- Sensorische Prüfung

Die Ergebnisse aus den Forschungsvorhaben zeigen, dass eine sensorische Prüfung nach 3 Tagen zu keinem wesentlichen Erkenntnisgewinn führt. In der Pilotphase wird daher auf eine Messung zu diesem Zeitpunkt verzichtet.

#### **4.3.2 Messung und Prüfung nach 28 Tagen:**

- TVOC<sub>28</sub>

Um das Langzeitverhalten der VOC-Emissionen eines Bauproduktes bewerten zu können, wird der TVOC-Wert nach 28 Tagen erneut bestimmt. Diese Bestimmung wird in Analogie zur Ermittlung des TVOC-Wertes nach 3 Tagen durchgeführt. Bei der Berechnung des  $\text{TVOC}_{28}$ -Werts ist – über die Angaben in der DIN ISO 16000-6 hinaus – ein möglichst hoher Identifizierungsgrad anzustreben, um eine Einzelstoffbewertung zu ermöglichen.

Ein Produkt erfüllt die Kriterien, wenn hier ein TVOC<sub>28</sub>-Wert von  $\leq 1,0 \text{ mg/m}^3$  festgestellt wird. Bei einem höheren TVOC-Wert wird das Produkt abgelehnt.

▪ Schwerflüchtige organische Verbindungen (SVOC)

Produkte, die zwar die vorgegebenen Kriterien hinsichtlich der Emissionen von VOC einhalten, dafür aber verstärkt Emissionen von SVOC aufweisen, sollen nicht begünstigt werden. Um dies zu verhindern, müssen zusätzlich auch die SVOC-Konzentrationen in der Kammerluft berücksichtigt werden.<sup>4</sup>

Ein Produkt erfüllt die Kriterien, wenn die Summe der SVOC in der Kammerluft eine Konzentration von  $0,1 \text{ mg/m}^3$  nicht überschreitet. Dies entspricht einem zusätzlichen Beitrag von 10 % der maximal zulässigen TVOC<sub>28</sub>-Konzentration von  $1 \text{ mg/m}^3$ . Höhere Konzentrationen führen zur Ablehnung.

▪ Kanzerogene Stoffe

Es findet eine erneute Überprüfung der Abgabe von kanzerogenen Stoffen der EU-Kategorie 1 und 2 bzw. 1A und 1B unter dem Gesichtspunkt der langfristigen Bedeutung für den Raumnutzer statt. Nach 28 Tagen darf kein Kanzerogen der EU-Kategorie 1 und 2 bzw. 1A und 1B  $0,001 \text{ mg/m}^3$  übersteigen.

▪ Sensorische Prüfung

Nach 28 Tagen wird im Rahmen der Pilotphase eine sensorische Prüfung auf Intensität und Hedonik durchgeführt. Die empfundene Intensität wird durch ein trainiertes Panel (ISO 16000-28 Ziffer 10.3) ermittelt. Die Messung der Hedonik erfolgt gemäß VDI 4302 Blatt 1 (Gründruck) durch dasselbe Panel.

▪ Einzelstoffbewertung

Neben der Bewertung der Emissionen eines Produktes über den Summenwert TVOC ist die Bewertung von einzelnen VOC erforderlich. Hierzu werden in der Analyse der Kammerluft zunächst alle Verbindungen, deren Konzentration  $1 \mu\text{g/m}^3$  erreicht oder übersteigt, identifiziert und mit der Angabe ihrer CAS-Nr. ausgewiesen sowie je nach Zugehörigkeit quantifiziert:

a) VOC mit Bewertungsmaßstäben nach NIK

Für eine Vielzahl von innenraumrelevanten VOC sind im Anhang als gesundheitsbezogene Hilfsgrößen sogenannte NIK-Werte (niedrigste interessierende Konzentrationen) gelistet. Im Vorwort zur NIK-Werte-Liste sind die Details ihrer Ableitung dokumentiert. Hier gelistete Stoffe, deren Konzentration in der Prüfkammer  $\geq 5 \mu\text{g/m}^3$  beträgt, gehen in die Bewertung nach NIK ein. Ihre Quantifizierung erfolgt substanzspezifisch.

Zur Bewertung wird für jede Verbindung  $i$  das in Gleichung 2 definierte Verhältnis  $R_i$  gebildet.

$$R_i = C_i / \text{NIK}_i . \quad (2)$$

Hierin ist  $C_i$  die Stoffkonzentration in der Kammerluft. Es wird angenommen, dass keine Wirkung auftritt, wenn  $R_i$  den Wert 1 unterschreitet. Werden mehrere Verbindungen mit

---

<sup>4</sup> Emissionen schwerflüchtiger organischer Verbindungen mit einer Retentionszeit  $>C_{16}$  (Hexadecan) können bei Kammer- oder Zellenmessungen über 28 Tage mit heutigen modernen Analysengeräten bis zu einer dem Dokosan (C22-Alkan, Siedepunkt  $369 \text{ }^\circ\text{C}$ ) vergleichbaren Flüchtigkeit quantitativ bestimmt werden. Für noch schwerer flüchtige organische Verbindungen werden nach dem derzeitigen Kenntnisstand mit der Methode der Tenax-Probenahme und anschließender Thermodesorption bei Kammermessungen zunehmend Schwierigkeiten auftreten.

Konzentrationen  $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgestellt, so wird Additivität der Wirkungen angenommen und festgelegt, dass R, also die Summe aller  $R_i$ , den Wert 1 nicht überschreiten darf.

$$R = \text{Summe aller } R_i = \text{Summe aller Quotienten } (C_i / \text{NIK}_i) \leq 1 \quad (3)$$

Wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist, wird das Produkt abgelehnt.

#### b) VOC ohne Bewertungsmaßstäbe nach NIK

Um zu vermeiden, dass ein Produkt positiv bewertet wird, obwohl es größere Mengen an nicht bewertbaren VOC emittiert, wird für VOC, die nicht identifizierbar sind oder keinen NIK-Wert haben, eine Mengenbegrenzung festgelegt, die für die Summe solcher Stoffe 10 % des zulässigen TVOC-Wertes ausmacht. Ein Produkt erfüllt die Kriterien, wenn die nicht bewertbaren VOC ab einer Konzentration von  $\geq 0,005 \text{ mg}/\text{m}^3$  in ihrer Summe  $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$  nicht übersteigen. Höhere Werte führen zur Ablehnung.

## 4.4 Schlusssatz

Ein Bauprodukt, welches die im Ablaufschema (vgl. Abb. 1) geforderten Bedingungen erfüllt, ist für die Verwendung in Innenräumen von Gebäuden gemäß §§ 3 und 13 der MBO aus gesundheitlicher Sicht geeignet.

## 5. Literatur

Ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Innenraumlufthygienekommission (IRK) des Umweltbundesamtes sowie der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) (2007). Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 50: 990-1005.

Arif, A.A., Shah, S.M. (2007). Association between personal exposure to volatile organic compounds and asthma among US adult population. Int Arch Occup Environ Health. 80(8): 711-9.

AgBB (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten) (Oktober 2000): Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten. DIBt-Mitteilungen 1/2001: 3-12.

AgBB (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten) (September 2005): Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten. (<http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/agbb.htm>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

BauPG1992: Gesetz über das Inverkehrbringen von und den freien Warenverkehr mit Bauprodukten zur Umsetzung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte (Bauproduktengesetz – BauPG). Bundesgesetzblatt I, Nr. 39 vom 14.8.92, 1495-1501; Novellierung 1998: Bekanntmachung der Neufassung des Bauproduktengesetzes vom 28. April 1998. Bundesgesetzblatt I, Nr. 25 vom 8.5.98: 812-819.

Bernstein, J.A. et al. (2008). The health effects of nonindustrial indoor air pollution. J Allergy Clin Immunol 121:585-91.

Däumling, Ch. (2012). Product evaluation for the control of chemical emissions to indoor air – 10 years of experience with the AgBB scheme in Germany. CLEAN – Soil, Air, Water. *In press*  
DOI: 10.1002/clen.201000364.

DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) (2004): Zulassungsgrundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen – Stand Juni 2004. DIBt-Mitteilungen 4/2004: 119-141.

DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) (2010): Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen. Stand Oktober 2010  
([http://www.dibt.de/de/data/Aktuelles\\_Ref\\_II\\_4\\_6.pdf](http://www.dibt.de/de/data/Aktuelles_Ref_II_4_6.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

DIN 1946-6 (2009): Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung.

DIN ISO 16000-3 (August 2002) Innenraumluftverunreinigungen – Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen – Probenahme mit einer Pumpe.

DIN ISO 16000-6 (Dezember 2004): Innenraumluftverunreinigungen – Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern; Probenahme auf Tenax TA, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS/FID.

DIN EN ISO 16000-9 (Februar 2006): Innenraumluftverunreinigungen - Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionsprüfkammer-Verfahren.

DIN EN ISO 16000-10 (Februar 2006): Innenraumluftverunreinigungen - Teil 10: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen- Emissionsprüfzellen-Verfahren.

DIN EN ISO 16000-11 (Februar 2006): Innenraumluftverunreinigungen - Teil 11: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen - Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke.

Doty, R.L. et al. (2004). Assessment of upper respiratory react and ocular irritative effects of volatile chemicals in humans. *Crit.Rev. Toxicol* 34: 85-142.

EC (European Commission) (1994): Mitteilung der Kommission über die Grundlegendokumente. Amtsblatt EG, C 62/1 vom 28.2.1994.

ECA (1991a) (European Collaborative Action "Indoor Air Quality and its Impact on Man"): Guideline for the Characterisation of Volatile Organic Compounds Emitted from Indoor Materials and Products Using Small Test Chambers. Report No. 8, EUR 1593 EN, European Commission, Joint Research Centre, Environment Institute, ([http://www.inive.org/medias/ECA/ECA\\_Report8.pdf](http://www.inive.org/medias/ECA/ECA_Report8.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

ECA (1991b) (European Collaborative Action "Indoor Air Quality and its Impact on Man"): Effects of Indoor Air Pollution on Human Health. Report No. 10, EUR 14086 EN, European Commission, Joint Research Centre, Environment Institute, ([http://www.inive.org/medias/ECA/ECA\\_Report10.pdf](http://www.inive.org/medias/ECA/ECA_Report10.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

ECA (1993) (European Collaborative Action "Indoor Air Quality and its Impact on Man"): Determination of VOCs emitted from indoor materials and products - Interlaboratory comparison of small chamber measurements. Report No. 13, EUR 15054 EN, European Commission, Joint Research Centre, Environment Institute, ([http://www.inive.org/medias/ECA/ECA\\_Report13.pdf](http://www.inive.org/medias/ECA/ECA_Report13.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

ECA (1995) (European Collaborative Action "Indoor Air Quality and its Impact on Man"): Determination of VOCs emitted from indoor materials and products – Second interlaboratory comparison of small chamber measurements. Report No. 16, EUR 16284 EN, European Commission, Joint Research Centre, Environment Institute, ([http://www.inive.org/medias/ECA/ECA\\_Report16.pdf](http://www.inive.org/medias/ECA/ECA_Report16.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

ECA (1997a) (European Collaborative Action "Indoor Air Quality and its Impact on Man"): Evaluation of VOC Emissions from Building Products – Solid Flooring Materials. Report No. 18, EUR 17334 EN, European Commission, Joint Research Centre, Environment Institute ([http://www.inive.org/medias/ECA/ECA\\_Report18.pdf](http://www.inive.org/medias/ECA/ECA_Report18.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

ECA (1997b) (European Collaborative Action "Indoor Air Quality and its Impact on Man"): Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor Air Quality Investigations. Report No. 19, EUR 17675 EN, European Commission, Joint Research Centre, Environment Institute, ([http://www.inive.org/medias/ECA/ECA\\_Report19.pdf](http://www.inive.org/medias/ECA/ECA_Report19.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

ECA (1999) (European Collaborative Action "Indoor Air Quality and its Impact on Man"): Sensory Evaluation of Indoor Air Quality. Report No. 20, EUR 18676 EN, European Commission, Joint Research Centre, Environment Institute, ([http://www.inive.org/medias/ECA/ECA\\_Report20.pdf](http://www.inive.org/medias/ECA/ECA_Report20.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

ECA (2005) (European Collaborative Action - Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure): Harmonisation of Indoor material emissions labelling systems in the EU – Inventory of existing schemes. Report No. 24 EUR 21891 EN, European Commission, Joint Research Center, Institute for Health & Consumer Protection, ([http://www.inive.org/medias/ECA/ECA\\_Report24.pdf](http://www.inive.org/medias/ECA/ECA_Report24.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

ECA (2012) (European Collaborative Action - Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure): Harmonisation framework for indoor products labelling schemes in the EU. Report No. 27 EUR 25276 EN, European Commission, Joint Research Center, Institute for Health & Consumer Protection, (<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/25669>, zuletzt aufgerufen am 03.07.2012).

Fischer, J., Englert, N., Seifert, B. (1998): Luftverunreinigungen und geruchliche Wahrnehmungen unter besonderer Berücksichtigung von Innenräumen. WaBoLu-Hefte 1/1998. Umweltbundesamt, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin. 110 S. ISSN 0175-4211

Gellert, R. und Horn, W. (2005). Europäische Dämmstoffnormen der 2.Generation: Prüfmethode zur Ermittlung flüchtiger organischer Komponenten (VOC). Bauphysik 27(4): 202-207.

Gundermann, K.-O., Rüden, H., Sonntag, H.-G. (Hrsg.) (1991): Lehrbuch der Hygiene. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.

Heinzow, B. et al. (2009). Raumluftbelastung mit Dicarbonsäuredimethylestern. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 69(4):159-164.

Hsu, N.-Y. et al. (2012). Predicted risk of childhood allergy, asthma, and reported symptoms using measured phthalate exposure in dust and urine. Indoor Air 22: 186-199.

ISO 16000-28 (2012): Indoor air -- Part 28: Determination of odour emissions from building products using test chambers.

MBO (Musterbauordnung, Fassung 2002): Musterbauordnung der Bauministerkonferenz - Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU), zuletzt geändert im Oktober 2008. (<http://www.bauministerkonferenz.de/>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

Mendell, M.J. (2007). Indoor residential chemical emissions as risk factors for respiratory and allergic effects in children: a review. *Indoor Air* 17(4):259-77.

Rat der Europäischen Gemeinschaften (1989): Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG). Amtsblatt der EG Nr. L 40/12-26.

Richtlinie 67/548/EWG: Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1967 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe (ABl. L 196 16.08.1967 S.1); zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (ABl. L 353 31.12.2008 S.1); zuletzt angepasst durch Richtlinie 2009/2/EG (31. Anpassungsrichtlinie, ABl. L 11 16.01.2009 S.6).

Rumchev, K. et al. (2004). Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children. *Thorax* 59: 746-751.

Seifert, B. (1999): Richtwerte für die Innenraumluft: TVOC. *Bundesgesundheitsblatt* 42(3): 270-278.

Tagungsbände zu Fachgesprächen 2001 und 2004 und zu internationaler Konferenz 2007:

1. Fachgespräch zur Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten, Gemeinschaftsveranstaltung AgBB – UBA - DIBt (2001) am 17. Mai 2001 im DIBt, Umweltbundesamt 2001.

([http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/dokumente/1AgBB\\_Fachgespraech05\\_2001.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/dokumente/1AgBB_Fachgespraech05_2001.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012)

2. Fachgespräch zur Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten – AgBB - UBA – DIBt (2004): 25. November 2004 im Deutsches Institut für Bautechnik; Umweltbundesamt 2005

(<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/2898.pdf>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012); International Conference: Construction Products and Indoor Air Quality, Berlin, June 2007, Conference Report, Umweltbundesamt 2008.

UBA-Texte 16/07 (2007); Horn, W., Jann, O., Kasche, J., Bitter, F., Müller, D., Müller, B.: Umwelt- und Gesundheitsanforderungen an Bauprodukte – Ermittlung und Bewertung der VOC-Emissionen und geruchlichen Belastungen. Umweltbundesamt, Berlin. 383 S.

(<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/3197.pdf>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012)

UBA-Texte 35/2011 (2011); Müller, B., Panašková, J., Danielak, M. Horn, W., Jann, O., Müller, D.: Sensorische Bewertung der Emissionen aus Bauprodukten – Integration in die Vergabegrundlagen für den Blauen Engel und das Bewertungsschema des Ausschusses zur Gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten. Umweltbundesamt, Berlin. 146 S. (<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4121.html>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012)

VDI 4302 Blatt 1 (Gründruck, 2012): Geruchsprüfung von Innenraumluft und Emissionen aus Innenraummaterialien – Grundlagen.

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (ABl. L 353 31.12.2008 S.1, ber. ABl. L 16 S.1-6); zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 286/2011 der Kommission (ABl. L 83 30.03.2011 S.1, ber. L 138 S.66, ber. L 246 S.34) (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2008R1272:20110419:DE:PDF>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

Verordnung (EG) Nr. 790/2009 der Kommission vom 10. August 2009 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen zwecks Anpassung an den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt (ABl. L 235 05.09.2009 S.1, ber. L 297 S.19)  
(<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:235:0001:0439:DE:PDF>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

Verordnung (EU) Nr. 286/2011 der Kommission vom 10. März 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen zwecks Anpassung an den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt (ABl. L 83 30.03.2011 S.1, ber. L 138 S.66, ber. L 246 S.34)  
(<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2011R0286:20110419:DE:PDF>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

Weschler, C.J. (2004). Chemical reactions among indoor pollutants: what we've learned in the new millennium. *Indoor Air* 14:184-194.

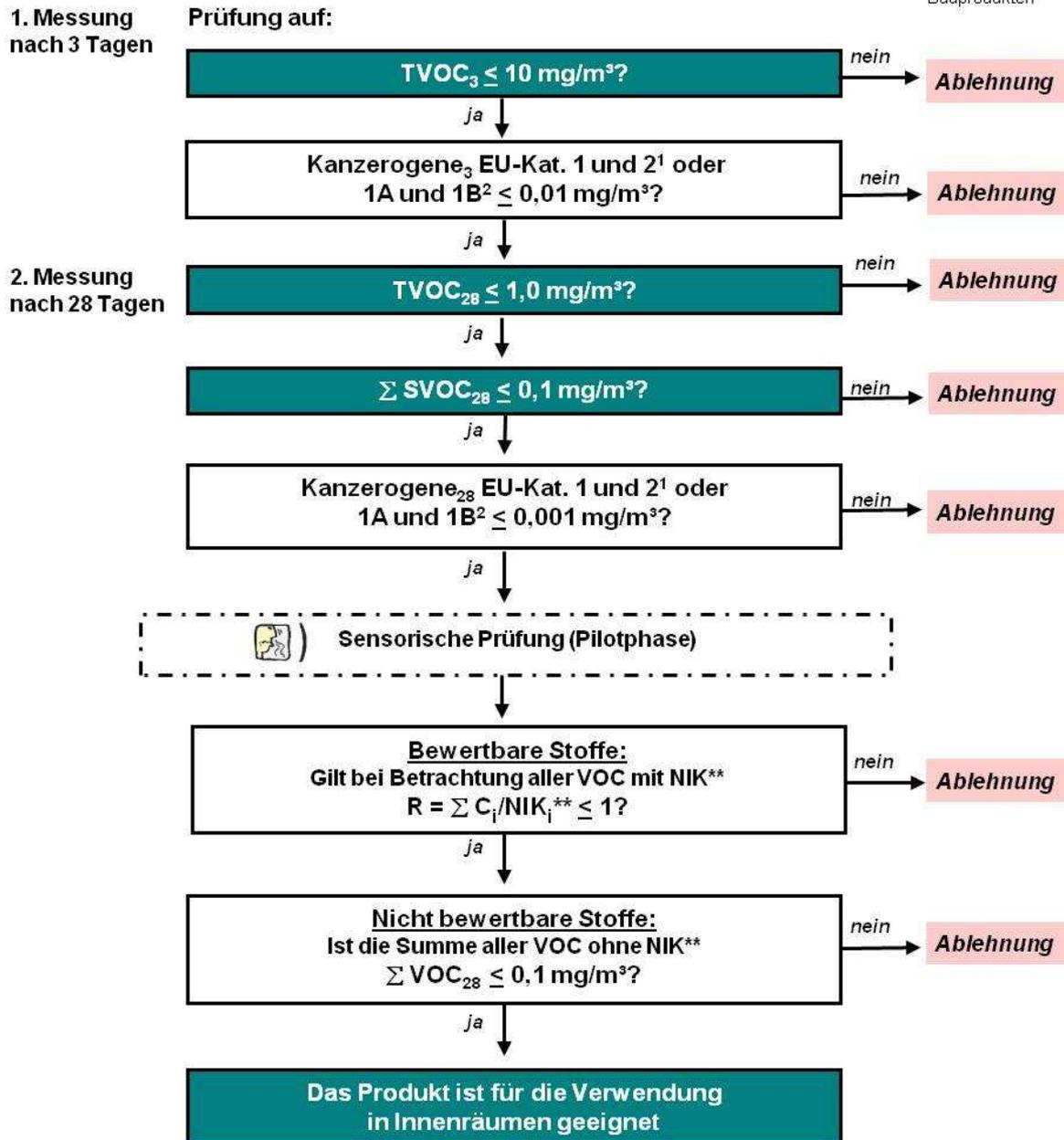
WHO (2000). Air quality guidelines. 2nd edition, Regional Office for Europe.

WHO (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Regional Office for Europe.

Wolkoff P. et al. (2006). Organic compounds in office environments - sensory irritation, odor, measurements and the role of reactive chemistry. *Indoor Air* 16:7-19.



**Abb. 1: Schema zur gesundheitlichen Bewertung von VOC\* - und SVOC\* - Emissionen aus Bauprodukten**



siehe Erläuterungen im Text

UBA II 1.3 –  
 AgBB 2012

\* VOC, TVOC: Retentionsbereich C6 – C16, SVOC: Retentionsbereich > C16 – C22

\*\* NIK: Niedrigste interessierende Konzentration, engl. LCI  
 Emissionskammerprüfung nach DIN EN ISO 16000-9 bis 11

1 Einstufung gemäß Richtlinie 67/548/EWG Anh. I bzw. Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anh. VI Tab. 3.2

2 Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anh. VI Tab. 3.1

## **6. Anhang**

### **Aufstellung von NIK-Werten**

#### **6.1 Grundsätze**

Flüchtige organische Verbindungen gehören zu den nach Vorkommen und Wirkung bedeutungsvollsten Verunreinigungen der Innenraumluft. Bauprodukte können wesentliche Quellen dieser Verbindungen in Innenräumen sein. Nach dem Baurecht müssen Bauprodukte auch gesundheitsbezogene Anforderungen erfüllen. Dies bedeutet, dass ihre Emissionen soweit begrenzt werden müssen, dass die in der Raumluft resultierenden Immissionen auch unter ungünstigen, aber noch realistischen Bedingungen wie z.B. Beladung, Luftwechsel und Raumklima die Gesundheit empfindlicher Personen bei Daueraufenthalt nicht gefährden. Hierbei wird jedoch eine regelmäßige, sachgerechte Lüftung (siehe Abschnitt 4.2) vorausgesetzt. Für die gesundheitsbezogene Qualitätsbewertung der Emissionen von Bauprodukten werden daher stoffspezifische Rechengrößen abgeleitet, die sogenannten NIK-Werte (niedrigste interessierende Konzentration, analog zur englischen LCI - Lowest Concentration of Interest). Bei der Herleitung von NIK-Werten orientiert sich eine Arbeitsgruppe des AgBB – erweitert um Fachleute der Herstellerseite – in Anlehnung an den Bericht ECA 18 [ECA, 1997a] vor allem an gesundheitsbasierten Stoffbeurteilungen für den Arbeitsplatz.

Mit dem Ziel, möglichst viele Stoffe bewertbar zu machen, wird auf eine breite Basis von wissenschaftlich anerkannten Bezugsdaten zurückgegriffen, so dass die derzeit maximal erreichbare Evidenz der toxikologischen Begründung berücksichtigt wird.

NIK-Werte dienen ausschließlich der Beurteilung der Emission aus Bauprodukten auf der Basis von Prüfkammermessungen und sind keine raumlufthygienischen Richtwerte für Einzelstoffe. Im Hinblick auf das von Bauprodukten in Innenräumen erzeugte Vielstoffgemisch stellen die NIK-Werte jedoch auf Grund ihrer Herleitung und Anwendung eine adäquate Konkretisierung der baurechtlich geforderten Kriterien zur Abwehr von Gesundheitsgefahren durch flüchtige organische Verbindungen dar.

#### **6.2 Ableitungsvorgehen**

Zur Ableitung von NIK-Werten greift die NIK-AG in der Regel auf stoffbezogene Beurteilungswerte für den Arbeitsplatz zurück, insbesondere gehören hierzu:

- Indicative Occupational Exposure Limit Values (EU-IOELV) der Europäischen Kommission und Binding Occupational Exposure Limit Values (EU-BOELV),
- Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) nach TRGS 900,
- MAK-Werte (maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen) der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG),
- SCOEL-Werte oder Empfehlungen von SCOEL an die Europäische Kommission (SCOEL: Scientific Committee on Occupational Exposure Limits),
- Arbeitsplatzwerte anderer EU-Staaten.

Weiterhin greift die NIK-AG in begründeten Einzelfällen auf folgende Beurteilungswerte als Ableitungsbasis zurück:

- DNEL (Derived No-Effect Level) für die inhalative Exposition von Arbeitnehmern nach der REACH-Verordnung,

- TLV<sup>®</sup>-Werte (Threshold Limit Value) der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH),
- WEEL-Werte (Workplace Environmental Exposure Limit) der American Industrial Hygiene Association (AIHA).

Diese Beurteilungswerte werden mit Faktoren verrechnet, um folgende grundsätzliche Unterschiede zwischen Arbeitsplätzen und Innenräumen wie Wohnungen, Kindergärten und Schulen zu berücksichtigen:

- Dauerexposition gegenüber einer wechselnden und regelmäßig unterbrochenen Arbeitsplatzbelastung,
- Existenz von Risikogruppen, die am Arbeitsplatz entweder gar nicht vorkommen (Kinder, alte Menschen) oder arbeitsmedizinisch besonders geschützt werden (Schwangere und Jugendliche),
- fehlende messtechnische und medizinische Überwachung, prinzipiell undefinierte Gesamtexposition in Innenräumen.

Auf die Beurteilungswerte am Arbeitsplatz ist in der Regel ein Faktor von 100 anzuwenden. Bei Stoffen mit vorwiegend lokal irritativer Wirkung kann ein geringerer Sicherheitsfaktor gewählt werden. Bei möglicherweise kanzerogenen Stoffen der EU-Kategorie 3 nach altem System (ehemals Richtlinie 67/548/EWG Anh. I bzw. Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anh. VI Tab. 3.2) oder EU-Kategorie 2 nach dem neu geltendem GHS-System (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anh. VI Tab. 3.1) ist ein zusätzlicher Faktor von 10 in Betracht zu ziehen. Reproduktionstoxische und mutagene Stoffe werden hinsichtlich eines zusätzlichen Faktors einer Einzelstoffbetrachtung unterzogen. Für Substanzen mit erwiesenen kanzerogenen Eigenschaften der EU-Kategorie 1 und 2 (nach altem System) oder EU-Kategorie 1A und 1B (nach neuem System) werden keine NIK-Werte abgeleitet, sondern sie werden im AgBB-Schema separat reguliert (siehe Abb. 1).

Als weitere Möglichkeit für die Ableitung von NIK-Werten greift die NIK-AG in begründeten Einzelfällen auch auf verbraucherbezogene Werte zurück wie z.B.:

- Innenraumluftrichtwerte der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden,
- WHO-Richtlinien für Luftqualität in Innenräumen (Indoor Air Quality Guidelines),
- DNEL (Derived No-Effect Level) für die inhalative Langzeitexposition von Verbrauchern nach der REACH-Verordnung.

Lässt sich ein NIK-Wert für einen Stoff nicht auf der Grundlage solcher Werte ableiten, wird geprüft, ob eine Einzelstoffbetrachtung, bevorzugt auf der Basis einer Zuordnung zu einer Stoffklasse mit ähnlicher chemischer Struktur und vergleichbarer toxikologischer Einschätzung, durchgeführt werden kann.

Die Ableitungsgrundlagen der NIK-Werte sollen wissenschaftlich nachvollziehbar begründet sein.

Substanzen, die nicht bewertbar sind, bleiben im Rahmen des Bewertungsschemas einer strengen Summenbegrenzung unterworfen ("Stoffe ohne NIK-Wert", siehe Abb. 1).

### 6.3 Veröffentlichung

Die NIK-Werte werden ausschließlich durch die NIK-Arbeitsgruppe des AgBB festgelegt. Die Arbeitsgruppe trifft sich in regelmäßigen Abständen, um über neue bzw. zu ändernde NIK-Werte zu beraten. Die Arbeitsschwerpunkte orientieren sich an Bedarf und Dringlichkeit sowie der Datenlage zu dem betreffenden Stoff. Die NIK-Liste wird regelmäßig in aktualisierter Fassung veröffentlicht

(<http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/agbb.htm>, zuletzt aufgerufen am 03.07.2012) und ist zusammen mit kurzen Hinweisen zu ihrer Herleitung in Tabelle 1 abgedruckt. Des Weiteren wird unter der gleichen Internetadresse eine NIK-Bearbeitungsliste mit den zurzeit diskutierten oder bereits beschlossenen Änderungen vor der nächsten Aktualisierung zur Kenntnis gegeben.

Seitens der Hersteller besteht die Möglichkeit, für noch nicht gelistete Stoffe die Ableitung eines NIK-Wertes beim AgBB unter Vorlage vorhandener Daten zu beantragen. Das Gleiche gilt für begründete Anträge auf Änderung eines bestehenden NIK-Wertes. Ein Antragsformular kann unter der oben genannten Internetadresse heruntergeladen werden.

### Literatur:

ECA (1997a) (European Collaborative Action "Indoor Air Quality and its Impact on Man"): Evaluation of VOC Emissions from Building Products – Solid Flooring Materials. Report No. 18, EUR 17334 EN, European Commission, Joint Research Centre, Environment Institute.

Richtlinie 67/548/EWG: Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1967 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe (ABl. L 196 16.08.1967 S.1); zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (ABl. L 353 31.12.2008 S.1); zuletzt angepasst durch Richtlinie 2009/2/EG (31. Anpassungsrichtlinie, ABl. L 11 16.01.2009 S.6).

Richtlinie 91/322/EWG: Richtlinie der Kommission vom 29. Mai 1991 zur Festsetzung von Richtgrenzwerten zur Durchführung der Richtlinie 80/1107/EWG des Rates über den Schutz der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische, physikalische und biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (ABl. L 177 05.07.1991 S.22); zuletzt geändert durch Richtlinie 2006/15/EG der Kommission (ABl. L 38 09.02.2006 S.36) (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1991L0322:20060301:DE:PDF>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

Richtlinie 2000/39/EG: Richtlinie der Kommission vom 08. Juni 2000 zur Festlegung einer ersten Liste von Arbeitsplatz-Richtgrenzwerten in Durchführung der Richtlinie 98/24/EG des Rates zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (ABl. L 142 16.06.2000 S 47); zuletzt geändert durch Richtlinie 2009/161/EU der Kommission (ABl. L 338 19.12.2009 S.87) (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2000L0039:20100108:DE:PDF>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

Richtlinie 2006/15/EG: Richtlinie der Kommission vom 7. Februar 2006 zur Festlegung einer zweiten Liste von Arbeitsplatz-Richtgrenzwerten in Durchführung der Richtlinie 98/24/EG des Rates und zur Änderung der Richtlinien 91/322/EWG und 2000/39/EG (ABl. L 38 09.02.2006 S.36) ([http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2006/l\\_038/l\\_03820060209de00360039.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2006/l_038/l_03820060209de00360039.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

Richtlinie 2009/161/EU: Richtlinie der Kommission vom 17. Dezember 2009 zur Festlegung einer dritten Liste von Arbeitsplatz-Richtgrenzwerten in Durchführung der Richtlinie 98/24/EG des Rates und zur Änderung der Richtlinie 2000/39/EG (ABl. L 338 19.12.2009 S.87) (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:338:0087:0089:DE:PDF>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

TRGS 900: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz, „Arbeitsplatzgrenzwerte“, Ausgabe Januar 2006, zuletzt geändert und ergänzt Januar 2012 (GMBI Nr. 1 S.11) (<http://www.baua.de/cae/servlet/contentblob/666762/publicationFile/55576/TRGS-900.pdf>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (ABl. L 353 31.12.2008 S.1, ber. ABl. L 16 S.1-6); zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 286/2011 der Kommission (ABl. L 83 30.03.2011 S.1, ber. L 138 S.66, ber. L 246 S.34) (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2008R1272:20110419:DE:PDF>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

Verordnung (EG) Nr. 790/2009 der Kommission vom 10. August 2009 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen zwecks Anpassung an den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt (ABl. L 235 05.09.2009 S.1, ber. L 297 S.19) (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:235:0001:0439:DE:PDF>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

Verordnung (EU) Nr. 286/2011 der Kommission vom 10. März 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen zwecks Anpassung an den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt (ABl. L 83 30.03.2011 S.1, ber. L 138 S.66, ber. L 246 S.34) (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2011R0286:20110419:DE:PDF>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

**Dänemark** AT (Arbejdstilsynet): Grænseværdier for stoffer og materialer AT – vejledning C.0.1, August 2007, Erstatte April 2005 (<http://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger-mv/stoffer-og-materialer/at-vejledninger-om-stoffer-og-materialer/c0-generelt-og-diverse/pdf-c01-graensevaerdi-for-stoffer-og-mat.aspx>), zuletzt geändert Mai 2011, link zuletzt aufgerufen am 02.07.2012.

**Finnland** STM (2009) (Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö): HTP Values 2009, Concentrations Known to be Harmful. Helsinki, 2009, (Publications of Social Affairs and Health, Finland; ISSN 1236-2115; 2009:12) ([http://www.stm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=39503&name=DLFE-9912.pdf](http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=39503&name=DLFE-9912.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

**Frankreich** INRS (2006) (Institut national de recherche et de sécurité): Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimique en France INRS 2006, zuletzt geändert 2010 ([http://www.inrs.fr/INRS-PUB/inrs01.nsf/inrs01\\_catalog\\_view\\_view/5462CE3DF935FAFBC12571B20023D726/\\$FILE/ed984.pdf](http://www.inrs.fr/INRS-PUB/inrs01.nsf/inrs01_catalog_view_view/5462CE3DF935FAFBC12571B20023D726/$FILE/ed984.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

**Groß-Britannien** HSE (Health and Safety Executive): List of approved workplace exposure limits Guidance Note EH40 2005 from EH 40/2005 CIS 05-401 (zuletzt geändert 2011) (<http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/eh40.pdf>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

**Niederlande** SER (2006) (Sociaal-Economische Raad): Wettelijke grenswaarden Staatscourant 28 december 2006 nr. 252/ pg. 23, zuletzt geändert 06.06.2011 Nr. 78 ([http://www.ser.nl/nl/taken/adviserende/grenswaarden/nieuwsrubriek/invoering\\_grenswaarden.aspx](http://www.ser.nl/nl/taken/adviserende/grenswaarden/nieuwsrubriek/invoering_grenswaarden.aspx), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

**Norwegen** Direktoratet for Arbeidstilsynet (2003): Veiledning om administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære, nr. 361. (Guidelines on administrative standards for pollution in the working atmosphere), zuletzt geändert Dezember 2011 (<http://www.arbeidstilsynet.no/artikkel.html?tid=78880>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

**Schweden** AFS (Arbetsmiljöverkets författningssamling): Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar (Occupational Exposure Limit Values and Measures Against Air Contaminants) (AFS 2005:17) ([http://www.av.se/dokument/afs/AFS2005\\_17.pdf](http://www.av.se/dokument/afs/AFS2005_17.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012) zuletzt geändert November 2010, Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar ären ändring av föreskriften AFS 2005:17 med samma namn (AFS 2007:2) ([http://www.av.se/dokument/afs/AFS2007\\_02.pdf](http://www.av.se/dokument/afs/AFS2007_02.pdf), zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

ACGIH (2011) (American Conference of Governmental Industrial Hygienists): TLVs<sup>®</sup> and BEIs<sup>®</sup> Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices.

AIHA (2011) (American Industrial Hygiene Association): Workplace environmental exposure level guides. (<http://www.aiha.org/insideaiha/GuidelineDevelopment/weel/Documents/2011%20WEEL%20Values.pdf>, zuletzt aufgerufen am 02.07.2012).

DFG (2011) (Deutsche Forschungsgemeinschaft): MAK- und BAT-Werte-Liste 2011, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 47, Wiley-VCH.

**Tabelle 1**

**NIK-Werte-Liste**

Redaktionsschluss Juni 2012

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	EU-OEL [µg/m³]	TRGS 900 [µg/m³]	Bemerkungen <sup>3)</sup>
<b>1. Aromatische Kohlenwasserstoffe</b>						
1-1	Toluol	108-88-3	<b>1.900</b>	192.000	190.000	EU: Repr. 2 Einzelstoffbetrachtung
1-2	Ethylbenzol	100-41-4	<b>4.400</b>	442.000	440.000	
1-3	Xylol, Gemisch aus den Isomeren o-, m- und p-Xylol	1330-20-7	<b>2.200</b>	221.000	440.000	
1-4	p-Xylol	106-42-3	<b>2.200</b>	221.000	440.000	
1-5	m-Xylol	108-38-3	<b>2.200</b>	221.000	440.000	
1-6	o-Xylol	95-47-6	<b>2.200</b>	221.000	440.000	
1-7	Isopropylbenzol	98-82-8	<b>1.000</b>	100.000	100.000	
1-8	n-Propylbenzol	103-65-1	<b>1.000</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole, z.B. NIK Nr. 1-10
1-9	1-Propenylbenzol (β-Methylstyrol)	637-50-3	<b>2.400</b>			EU-OEL Wert für α-Methylstyrol: 246.000 µg/m³
1-10	1,3,5-Trimethylbenzol	108-67-8	<b>1.000</b>	100.000	100.000	
1-11	1,2,4-Trimethylbenzol	95-63-6	<b>1.000</b>	100.000	100.000	
1-12	1,2,3-Trimethylbenzol	526-73-8	<b>1.000</b>	100.000	100.000	
1-13	2-Ethyltoluol	611-14-3	<b>1.000</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole
1-14	1-Isopropyl-2-methylbenzol (o-Cymol)	527-84-4	<b>1.100</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-15	1-Isopropyl-3-methylbenzol (m-Cymol)	535-77-3	<b>1.100</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-16	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	<b>1.100</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-17	1,2,4,5-Tetramethylbenzol	95-93-2	<b>1.100</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-18	n-Butylbenzol	104-51-8	<b>1.100</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-19	1,3-Diisopropylbenzol	99-62-7	<b>1.400</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-20	1,4-Diisopropylbenzol	100-18-5	<b>1.400</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-21	Phenylloctan und Isomere	2189-60-8	<b>1.600</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-22	1-Phenyldecan und Isomere	104-72-3	<b>1.800</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-23	1-Phenylundecan und Isomere	6742-54-7	<b>1.900</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-24	4-Phenylcyclohexen (4-PCH)	4994-16-5	<b>1.300</b>			vgl. Styrol; Umrechnung über Molgewicht
1-25	Styrol	100-42-5	<b>860</b>		86.000	
1-26	Phenylacetylen	536-74-3	<b>840</b>			vgl. Styrol; Umrechnung über Molgewicht
1-27	2-Phenylpropen (α-Methylstyrol)	98-83-9	<b>2.500</b>	246.000	250.000	
1-28	Vinytoluol (alle Isomeren: o-, m-, p-Methylstyrole)	25013-15-4	<b>4.900</b>		490.000	

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	EU-OEL [µg/m³]	TRGS 900 [µg/m³]	Bemerkungen <sup>3)</sup>
1-29	andere Alkylbenzole, sofern Einzelisomere nicht anders zu bewerten sind		<b>1.000</b>			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole
1-30*	Naphthalin	91-20-3	<b>5</b>	50.000	500	EU: Carc. 2
1-31	Inden	95-13-6	<b>450</b>			OEL Dänemark, Frankreich: 45.000 µg/m³
<b>2. Aliphatische Kohlenwasserstoffe (n-, iso- und cyclo-)</b>						
2-1	3-Methylpentan	96-14-0				VVOC
2-2	n-Hexan	110-54-3	<b>72</b>	72.000	180.000	EU: Repr. 2
2-3	Cyclohexan	110-82-7	<b>7.000</b>	700.000	700.000	
2-4	Methylcyclohexan	108-87-2	<b>8.100</b>		810.000	
2-5	-					2)
2-6	-					2)
2-7	-					2)
2-8	n-Heptan	142-82-5	<b>21.000</b>	2.085.000		
2-9	andere gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe C6 bis C8		<b>15.000</b>		1.500.000	
2-10*	andere gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe C9 bis C16		<b>6.000</b>			vgl. TRGS 900 für Kohlenwasserstoffgemische, Fraktion C9-C15 Aliphaten
<b>3. Terpene</b>						
3-1	3-Caren	498-15-7	<b>1.500</b>			vgl. 3-2 bis 3-5
3-2	α-Pinen	80-56-8	<b>1.500</b>			OEL Schweden: 150.000 µg/m³
3-3	β-Pinen	127-91-3	<b>1.500</b>			OEL Schweden: 150.000 µg/m³
3-4	Limonen	138-86-3	<b>1.500</b>			OEL Schweden: 150.000 µg/m³
3-5	Terpene, sonstige		<b>1.500</b>			OEL Schweden: 150.000 µg/m³ (Zur Gruppe gehören alle Monoterpene und Sesquiterpene und deren Sauerstoffderivate)
<b>4. Aliphatische Alkohole (n-, iso- und cyclo-)</b>						
4-1	Ethanol	64-17-5				VVOC
4-2	1-Propanol	71-23-8				VVOC
4-3	2-Propanol	67-63-0				VVOC
4-4	tert-Butanol, 2-Methyl-2-propanol	75-65-0	<b>620</b>		62.000	
4-5	2-Methyl-1-propanol	78-83-1	<b>3.100</b>		310.000	
4-6	1-Butanol	71-36-3	<b>3.100</b>		310.000	
4-7	Pentanol (alle Isomere)	71-41-0 30899-19-5 94624-12-1 6032-29-7 584-02-1 137-32-6 123-51-3 598-75-4 75-85-4 75-84-3	<b>730</b>			MAK-DFG: 73.000 µg/m³
4-8	1-Hexanol	111-27-3	<b>2.100</b>		210.000	
4-9	Cyclohexanol	108-93-0	<b>2.100</b>			TLV (ACGIH): 206.000 µg/m³
4-10*	2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	<b>540</b>		110.000	MAK-DFG: 54.000 µg/m³
4-11*	1-Octanol	111-87-5	<b>500</b>		106.000	Einzelstoffbetrachtung
4-12	4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on (Diacetonalkohol)	123-42-2	<b>960</b>		96.000	
4-13*	andere C4-C10 gesättigte n- und iso- Alkohole		<b>500</b>			vgl. 1-Octanol; ausgenommen sind die cyclischen Verbindungen
4-14*	andere C11-C13 gesättigte n- und iso-Alkohole		<b>500</b>			vgl. 1-Octanol; ausgenommen sind die cyclischen Verbindungen
<b>5. Aromatische Alkohole (Phenole)</b>						
5-1*	Phenol	108-95-2	<b>10</b>	8.000	8.000	EU: Muta. 2 Einzelstoffbetrachtung
5-2	BHT (2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol)	128-37-0	<b>100</b>			OEL Dänemark, Finnland, Frankreich, Großbritannien: 10.000 µg/m³

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	EU-OEL [µg/m³]	TRGS 900 [µg/m³]	Bemerkungen <sup>3)</sup>
5-3	Benzylalkohol	100-51-6	440			WEEL (AIHA): 44.000 µg/m³
<b>6. Glykole, Glykoether, Glykolester</b>						
6-1	Propylenglykol (1,2-Dihydroxypropan)	57-55-6	2.500			Einzelstoffbetrachtung
6-2	Ethylenglykol (Ethandiol)	107-21-1	260	52.000	26.000	
6-3*	Ethylenglykolmonobutylether	111-76-2	490	98.000	49.000	
6-4	Diethylenglykol	111-46-6	440		44.000	
6-5*	Diethylenglykolmonobutylether	112-34-5	670	67.500	67.000	MAK-DFG: 67.000 µg/m³
6-6	2-Phenoxyethanol	122-99-6	1.100		110.000	
6-7	Ethylencarbonat	96-49-1	370			vgl. Ethylenglykol; Umrechnung über Molgewicht
6-8	1-Methoxy-2-propanol	107-98-2	3.700	375.000	370.000	
6-9	2,2,4-Trimethyl-1,3-pentandiolmonoisobutyrat (Texanol®)	25265-77-4	600			Einzelstoffbetrachtung
6-10	Glykolsäurebutylester (Hydroxyessigsäurebutylester)	7397-62-8	550			vgl. Glykolsäure (Metabolit Ethylenglykol); Umrechnung über Molgewicht
6-11*	Butyldiglykolacetat (Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)acetat, BDGA)	124-17-4	850		85.000	MAK-DFG: 85.000 µg/m³
6-12	Dipropylenglykolmono- methylether	34590-94-8	3.100	308.000	310.000	
6-13*	2-Methoxyethanol	109-86-4	3 <sup>#</sup>	3.110	3.200	EU: Repr. 1B
6-14*	2-Ethoxyethanol	110-80-5	8	8.000	7.600	EU: Repr. 1B
6-15	2-Propoxyethanol	2807-30-9	860		86.000	
6-16	2-Methylethoxyethanol	109-59-1	220		22.000	
6-17	2-Hexoxyethanol	112-25-4	1.200			vgl. Ethylenglykolmonobutylether; Umrechnung über Molgewicht
6-18	1,2-Dimethoxyethan	110-71-4	4 <sup>#</sup>			EU: Repr. 1B vgl. 2-Methoxyethanol (Metabolit Methoxyessigsäure); Umrechnung über Molgewicht
6-19*	1,2-Diethoxyethan	629-14-1	10			EU: Repr. 1B vgl. 2-Ethoxyethanol (Metabolit Ethoxyessigsäure); Umrechnung über Molgewicht
6-20*	2-Methoxyethylacetat	110-49-6	5	4.900	4.900	EU: Repr. 1B
6-21*	2-Ethoxyethylacetat	111-15-9	11	11.000	10.800	EU: Repr. 1B
6-22	2-Butoxyethylacetat	112-07-2	1.300	133.000	130.000	
6-23	2-(2-Hexoxyethoxy)-ethanol	112-59-4	740			vgl. Diethylenglykol- monobutylether; Umrechnung über Molgewicht
6-24	1-Methoxy-2-(2-methoxy- ethoxy)-ethan	111-96-6	28		28.000	EU: Repr. 1B
6-25	2-Methoxy-1-propanol	1589-47-5	19		19.000	EU: Repr. 1B
6-26	2-Methoxy-1-propylacetat	70657-70-4	28		28.000	EU: Repr. 1B
6-27	Propylenglykoldiacetat	623-84-7	5.300			vgl. Propylenglykol; Umrechnung über Molgewicht
6-28	Dipropylenglykol	110-98-5 25265-71-8	670		67.000 (CAS Nr. 25265-71-8)	
6-29	Dipropylenglykol- monomethyletheracetat	88917-22-0	3.900			vgl. Dipropylenglykol- monomethylether; Umrechnung über Molgewicht
6-30	Dipropylenglykolmono-n- propylether	29911-27-1	740			vgl. Diethylenglykol- monobutylether; Umrechnung über Molgewicht
6-31	Dipropylenglykolmono-n- butylether	29911-28-2 35884-42-5	810			vgl. Diethylenglykol- monobutylether; Umrechnung über Molgewicht

<sup>#</sup> Erst ab einer gemessenen Emission von 5 µg/m³ findet eine Bewertung im Rahmen des NIK-Werte-Konzepts statt.

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	EU-OEL [µg/m³]	TRGS 900 [µg/m³]	Bemerkungen <sup>3)</sup>
6-32	Dipropylenglykolmono-t-butylether	132739-31-2 (Gemisch)	810			vgl. Diethylenglykolmonobutylether; Umrechnung über Molgewicht
6-33	1,4-Butandiol	110-63-4	2.000		200.000	
6-34*	Tripropylenglykolmonomethylether	20324-33-8 25498-49-1	1.200			Einzelstoffbetrachtung
6-35	Triethylenglykoldimethylether	112-49-2	7			EU: Repr. 1B; vgl. Methoxyethanol, Metabolit Methoxyessigsäure; Umrechnung über Molgewicht
6-36	1,2-Propylenglykoldimethylether	7778-85-0	25			vgl. 2-Methoxy-1-propanol (Metabolit Methoxypropionsäure); Umrechnung über Molgewicht
6-37	TXIB	6846-50-0	450			Einzelstoffbetrachtung
6-38	Ethylidiglykol	111-90-0	350		35.000	
6-39	Dipropylenglykoldimethylether	63019-84-1 89399-28-0 111109-77-4	1.300			Einzelstoffbetrachtung
6-40	Propylencarbonat	108-32-7	250			Einzelstoffbetrachtung
6-41	Hexylenglykol (2-Methyl-2,4-pentandiol)	107-41-5	490			MAK-DFG: 49.000 µg/m³
6-42*	3-Methoxy-1-butanol	2517-43-3	500			Einzelstoffbetrachtung
6-43*	1,2-Propylenglykol-n-propylether	1569-01-3 30136-13-1	1.400			Einzelstoffbetrachtung
6-44*	1,2-Propylenglykol-n-butylether	5131-66-8 29387-86-8 15821-83-7 63716-40-5	1.600			Einzelstoffbetrachtung
6-45*	Diethylenglykol-phenylether	104-68-7	1.450			vgl. 2-Phenoxyethanol; Umrechnung über Molgewicht
6-46*	Neopentylglykol (2,2-Dimethylpropan-1,3-diol)	126-30-7	1.000			Einzelstoffbetrachtung
<b>7. Aldehyde</b>						
7-1	Butanal	123-72-8				VVOC (TRGS 900: 64.000 µg/m³)
7-2	Pentanal	110-62-3	1.700			OEL Dänemark, Frankreich, TLV (ACGIH): 175.000 µg/m³
7-3	Hexanal	66-25-1	890			vgl. Butanal; Umrechnung über Molgewicht
7-4	Heptanal	111-71-7	1.000			vgl. Butanal; Umrechnung über Molgewicht
7-5	2-Ethylhexanal	123-05-7	1.100			vgl. Butanal; Umrechnung über Molgewicht
7-6	Octanal	124-13-0	1.100			vgl. Butanal; Umrechnung über Molgewicht
7-7	Nonanal	124-19-6	1.300			vgl. Butanal; Umrechnung über Molgewicht
7-8	Decanal	112-31-2	1.400			vgl. Butanal; Umrechnung über Molgewicht
7-9	2-Butenal (Crotonaldehyd, cis-trans-Gemisch)	4170-30-3 123-73-9 15798-64-8	1 <sup>#</sup>			EU: Muta. 2 <sup>1)</sup>
7-10	2-Pentenal	1576-87-0 764-39-6 31424-04-1	12			vgl. 2-Butenal, aber keine EU-Mutagenitätseinstufung; Umrechnung über Molgewicht
7-11	2-Hexenal	16635-54-4 6728-26-3 505-57-7 1335-39-3	14			vgl. 2-Pentenal; Umrechnung über Molgewicht
7-12	2-Heptenal	2463-63-0 18829-55-5 29381-66-6	16			vgl. 2-Pentenal; Umrechnung über Molgewicht
7-13	2-Octenal	2363-89-5 25447-69-2 20664-46-4 2548-87-0	18			vgl. 2-Pentenal; Umrechnung über Molgewicht

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	EU-OEL [µg/m³]	TRGS 900 [µg/m³]	Bemerkungen <sup>3)</sup>
7-14	2-Nonenal	2463-53-8 30551-15-6 18829-56-6 60784-31-8	20			vgl. 2-Pentenal; Umrechnung über Molgewicht
7-15	2-Decenal	3913-71-1 2497-25-8 3913-81-3	22			vgl. 2-Pentenal; Umrechnung über Molgewicht
7-16	2-Undecenal	2463-77-6 53448-07-0	24			vgl. 2-Pentenal; Umrechnung über Molgewicht
7-17	Furfural	98-01-1	20			Einzelstoffbetrachtung, EU: Carc. 2
7-18	Glutaraldehyd	111-30-8	2 <sup>#</sup>		200	
7-19	Benzaldehyd	100-52-7	90			WEEL (AIHA): 8.800 µg/m³
7-20	Acetaldehyd	75-07-0				VVOC
7-21	Propanal	123-38-6				VVOC
<b>8. Ketone</b>						
8-1	Ethylmethylketon	78-93-3	6.000	600.000	600.000	
8-2	3-Methyl-2-butanon	563-80-4	7.000			OEL Dänemark, Frankreich: 705.000 µg/m³
8-3	Methylisobutylketon	108-10-1	830	83.000	83.000	
8-4	Cyclopentanon	120-92-3	900			OEL Dänemark: 90.000 µg/m³
8-5	Cyclohexanon	108-94-1	410	40.800	80.000	
8-6	2-Methylcyclopentanon	1120-72-5	1.000			vgl. Cyclopentanon; Umrechnung über Molgewicht
8-7	2-Methylcyclohexanon	583-60-8	2.300			OEL Dänemark, Frankreich, Finnland: 230.000 µg/m³
8-8	Acetophenon	98-86-2	490			TLV (ACGIH): 49.000 µg/m³
8-9	1-Hydroxyaceton (1-Hydroxy-2-propanon)	116-09-6	2.400			Oxidationsprodukt von Propylenglykol; Umrechnung über Molgewicht
8-10	Aceton	67-64-1				VVOC
<b>9. Säuren</b>						
9-1*	Essigsäure	64-19-7	1.250	25.000	25.000	Einzelstoffbetrachtung
9-2	Propionsäure	79-09-4	310	31.000	31.000	
9-3	Isobuttersäure	79-31-2	370			vgl. Propionsäure; Umrechnung über Molgewicht
9-4	Buttersäure	107-92-6	370			vgl. Propionsäure; Umrechnung über Molgewicht
9-5	Pivalinsäure	75-98-9	420			vgl. Propionsäure; Umrechnung über Molgewicht
9-6	n-Valeriansäure	109-52-4	420			vgl. Propionsäure; Umrechnung über Molgewicht
9-7	n-Caprinsäure	142-62-1	490			vgl. Propionsäure; Umrechnung über Molgewicht
9-8	n-Heptansäure	111-14-8	550			vgl. Propionsäure; Umrechnung über Molgewicht
9-9	n-Octansäure	124-07-2	600			vgl. Propionsäure; Umrechnung über Molgewicht
9-10	2-Ethylhexansäure	149-57-5	50			EU: Repr. 2 TLV (ACGIH): 5.000 µg/m³
<b>10. Ester und Lactone</b>						
10-1	Methylacetat	79-20-9				VVOC
10-2	Ethylacetat	141-78-6				VVOC
10-3	Vinylacetat	108-05-4				VVOC
10-4	Isopropylacetat	108-21-4	4.200			MAK-DFG, OEL Finnland: 420.000 µg/m³
10-5	Propylacetat	109-60-4	4.200			MAK-DFG, OEL Finnland: 420.000 µg/m³
10-6	2-Methoxy-1-methylethylacetat	108-65-6	2.700	275.000	270.000	
10-7	n-Butylformiat	592-84-7	2.000			TRGS 900: 120.000 µg/m³ für Methylformiat; Umrechnung über Molgewicht
10-8	Methylmethacrylat	80-62-6	2.100	205.000	210.000	

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	EU-OEL [µg/m³]	TRGS 900 [µg/m³]	Bemerkungen <sup>3)</sup>
10-9	andere Methacrylate		<b>2.100</b>			vgl. Methylmethacrylat
10-10	Isobutylacetat	110-19-0	<b>4.800</b>			MAK-DFG: 480.000 µg/m³
10-11	1-Butylacetat	123-86-4	<b>4.800</b>			MAK-DFG: 480.000 µg/m³
10-12*	2-Ethylhexylacetat	103-09-3	<b>690</b>			vgl. 2-Ethyl-1-hexanol; Umrechnung über Molgewicht
10-13	Methylacrylat	96-33-3	<b>180</b>	18.000	18.000	
10-14	Ethylacrylat	140-88-5	<b>210</b>	21.000	21.000	
10-15	n-Butylacrylat	141-32-2	<b>110</b>	11.000	11.000	
10-16	2-Ethylhexylacrylat	103-11-7	<b>380</b>		38.000	
10-17	andere Acrylate (Acrylsäureester)		<b>110</b>			vgl. Butylacrylat
10-18*	Adipinsäuredimethylester	627-93-0	<b>50</b>		8.000	Dicarbonsäure (C4-C6)- Dimethylester, Gemisch MAK-DFG: 5.000 µg/m³ Einzelstoffbetrachtung
10-19	Fumarsäuredibutylester	105-75-9	<b>50</b>			Einzelstoffbetrachtung
10-20*	Bernsteinsäuredimethylester	106-65-0	<b>50</b>		8.000	Dicarbonsäure (C4-C6)- Dimethylester, Gemisch MAK-DFG: 5.000 µg/m³ Einzelstoffbetrachtung
10-21*	Glutarsäuredimethylester	1119-40-0	<b>50</b>		8.000	Dicarbonsäure (C4-C6)- Dimethylester, Gemisch MAK-DFG: 5.000 µg/m³ Einzelstoffbetrachtung
10-22	Hexandioldiacrylat	13048-33-4	<b>10</b>			WEEL (AIHA): 1.000 µg/m³
10-23	Maleinsäuredibutylester	105-76-0	<b>50</b>			Einzelstoffbetrachtung
10-24	Butyrolacton	96-48-0	<b>2.700</b>			Einzelstoffbetrachtung
10-25	Glutarsäurediisobutylester	71195-64-7	<b>100</b>			Einzelstoffbetrachtung
10-26	Bernsteinsäurediisobutylester	925-06-4	<b>100</b>			Einzelstoffbetrachtung
<b>11. Chlorierte Kohlenwasserstoffe</b>						
	Derzeit nicht belegt					
<b>12. Andere</b>						
12-1	1,4-Dioxan	123-91-1	<b>73</b>	73.000	73.000	EU: Carc. 2
12-2	Caprolactam	105-60-2	<b>240</b>	10.000	5.000	Einzelstoffbetrachtung
12-3	N-Methyl-2-pyrrolidon	872-50-4	<b>400</b>	40.000	82.000	EU: Repr. 1B Einzelstoffbetrachtung
12-4	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	<b>1.200</b>			EU: Repr. 2 Einzelstoffbetrachtung
12-5	Methenamin, Hexamethylentetramin (Formaldehydabspalter)	100-97-0	<b>30</b>			OEL Norwegen, Schweden: 3.000 µg/m³
12-6	2-Butanonoxim	96-29-7	<b>20</b>			EU: Carc. 2 Einzelstoffbetrachtung
12-7	Tributylphosphat	126-73-8				SVOC, EU: Carc. 2
12-8*	Triethylphosphat	78-40-0	<b>75</b>			vgl. Tributylphosphat (MAK-DFG 11.000 µg/m³); Umrechnung über Molgewicht
12-9	5-Chlor-2-methyl-4-isothiazolin- 3-on (CIT)	26172-55-4	<b>1<sup>#</sup></b>			Einzelstoffbetrachtung
12-10	2-Methyl-4-isothiazolin-3-on (MIT)	2682-20-4	<b>100</b>			Einzelstoffbetrachtung
12-11	Triethylamin	121-44-8	<b>42</b>	8.400	4.200	
12-12	Decamethylcyclopentasiloxan (D5)	541-02-6	<b>1.500</b>			vgl. Octamethylcyclotetrasiloxan Umrechnung über Molgewicht
12-13	Dodecamethylcyclohexa- siloxan (D6)	540-97-6	<b>1.200</b>			vgl. Octamethylcyclotetrasiloxan Einzelstoffbetrachtung
12-14*	Tetrahydrofuran	109-99-9	<b>1.500</b>	150.000	150.000	
12-15*	Dimethylformamid	68-12-2	<b>15</b>			EU: Repr. 1B MAK-DFG: 15.000 µg/m³

\* : Neuaufnahme / Änderungen 2012

# : Erst ab einer gemessenen Emission von 5 µg/m³ findet eine Bewertung im Rahmen des NIK-Werte-Konzepts statt.

VVOC Sehr flüchtige organische Verbindungen (englisch, very volatile organic compounds) gehen derzeit nicht in die AgBB-Bewertung ein.

- SVOC Schwer flüchtige organische Verbindungen (englisch, semivolatile organic compounds)
- 1) Bei diesem Stoff, für den der als Ableitungsgrundlage dienende Arbeitsplatzgrenzwert aufgehoben wurde, bleibt der bisherige NIK-Wert bestehen, bis geeignete Daten vorliegen oder ein neuer Arbeitsplatzgrenzwert verfügbar ist.
  - 2) Um die Kompatibilität zur Auswertungssoftware ADAM zu wahren, können vormals belegte laufende Nummern der NIK-Liste bei Wegfall oder Umsortierung von Stoffen oder Stoffgruppen nicht mehr neu belegt werden.
  - 3) In der NIK-Werte-Liste sind für Kanzerogenität (Carc. Cat.), Mutagenität (Mut. Cat) und Reproduktionstoxizität (Repr. Cat.) die Einstufungen nach dem neuen GHS-System der CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anhang VI, Tabelle 3.1 angegeben. Dabei entspricht:  
Kategorie 1A nach GHS-System der Kategorie 1 nach Richtlinie 67/548/EWG,  
Kategorie 1B nach GHS-System der Kategorie 2 nach Richtlinie 67/548/EWG und  
Kategorie 2 nach GHS-System der Kategorie 3 nach Richtlinie 67/548/EWG.

#### Anmerkungen:

##### I) Hinweis zu aktuellen Listen von kanzerogenen Stoffen (EU-Kategorie 1 und 2):

Folgende Links führen zu Listen von Stoffen, die gemäß EU-Verordnung 1272/2008 als Kanzerogene der Kategorie 1A und 1B nach dem neuem GHS-System eingestuft sind (oder als 1 und 2 nach dem bisherigen Einstufungssystem nach Richtlinie 67/548/EWG) und deren Prüfung und Begrenzung im AgBB-Schema gefordert wird (auf Aktualität ist zu achten):

- BGIA, Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz  
<http://www.dguv.de/ifa/de/fac/kmr/index.jsp>
- BAuA, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
<http://www.baua.de>

##### II) Auswertung:

Zur Erfassung der Emissionsdaten und Berechnung des Prüfergebnisses ist eine ‚Auswertungssoftware‘ (ADAM, AgBB-DIBt-Auswerte-Maske) entwickelt worden, die beim DIBt gegen eine Schutzgebühr bezogen werden kann (Bezugsquelle: DIBt, Frau Semrau, Kolonnenstr. 30 B, 10829 Berlin, Tel. +49 (0)30 78730-353, Fax +49 (0)30 78730-11353).

##### III) Analytik von Aldehyden:

Die gaschromatographische Bestimmung der Emission der gesättigten und ungesättigten Aldehyde der NIK-Liste Gruppe 7 ist im interessierenden Konzentrationsbereich mit Problemen behaftet. So ist für Butanal und Glutardialdehyd bei dem GC/MS-Verfahren mit Tenax-Thermodesorption (DIN ISO 16 000-6) das Verhältnis von Bestimmungsgrenze zu NIK-Wert sehr gering, für Butanal, Butenal und Pentanal ist zudem eine Probenahme auf TENAX für eine quantitative Erfassung nur bedingt geeignet. Da insbesondere Butenal sowie andere ungesättigte Aldehyde und Glutardialdehyd einen sehr kleinen NIK-Wert besitzen, ist hierfür ein Analysenverfahren mit einer besonders niedrigen Bestimmungsgrenze zu wählen. Die DNPH-Methode mit HPLC-Analyse (DIN ISO 16 000-3) ist hierfür gut geeignet, da mit dieser Methode die Bestimmungsgrenzen für die Aldehyde der NIK-Liste im Bereich  $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen.

Für die quantitative Erfassung von Aldehyden, insbesondere Butenal, Pentanal und Glutaraldehyd ist daher eine Probenahme nach der DNPH-Methode durchzuführen.

Durch den Einsatz der DNPH-Methode werden zusätzlich zu den Aldehyden, die in die Klasse der VOC fallen, auch einige sehr flüchtige VOC (VVOC) wie Butanal, Aceton, Formaldehyd und Acetaldehyd quantitativ erfasst, deren Bestimmung zwar im AgBB-Bewertungsschema nicht gefordert wird, deren Erfassung aber für die Produktbewertung zusätzliche Informationen liefert.

##### IV) Analytik der Stoffgruppen gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe (NIK 2-9 und 2-10):

Die durch die unterschiedlichen NIK-Werte notwendige Unterteilung der Stoffgruppe erfolgt beim Auftreten eines „Alkanbuckels“ im Gaschromatogramm bei der Retentionszeit von n-Nonan, d.h. für aliphatische KW mit einer kleineren Retentionszeit wie n-Nonan gilt der NIK-Wert von 15000 und für aliphatische KW mit der gleichen oder einer größeren Retentionszeit wie n-Nonan gilt der NIK-Wert 6000.

Die Retentionszeit von n-Nonan ist auch für die Zuordnung von Einzelpeaks nicht genauer identifizierbarer gesättigter aliphatischer Kohlenwasserstoffe heranzuziehen.