Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten

AgBB - 1.März 2008

Aktualisierte NIK-Werte-Liste 2008 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 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" (§16 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[1] und die Novellen der Landesbauordnungen in nationales Recht umgesetzt.

[1] 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.

Ein erklärtes Ziel der Landesbauordnungen und der EG-Bauprodukten-Richtlinie ist es demnach, die Gesundheit von Gebäudenutzern zu schützen. Eine Konkretisierung dieser Anforderungen findet sich in dem von der Europäischen Kommission erarbeiteten Grundlagendokument 3 (engl.: Interpretative Document Essential Requirement No 3, „Hygiene, Health and Environment“, kurz: ER 3), in dem die Vermeidung und Begrenzung von Schadstoffen in Innenräumen, z.B. von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), explizit genannt werden [EC, 1994].

Die Europäische Kommission hat die bislang unzureichende Umsetzung von ER 3 erkannt und einen Auftrag (Mandat) an CEN zur Umsetzung von ER 3 erteilt. Das Mandat[2] sieht die Entwicklung von horizontalen Prüfmethoden für gefährliche Stoffe in und aus Bauprodukten vor. Zu diesem Zweck hat CEN das technische Komitee CEN TC 351 gegründet. Die dort zu erarbeitenden horizontalen Prüfmethoden sollen die Grundlage für die technischen Spezifikationen von Bauprodukten bei der Normung und bei der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bilden.

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)[3] sieht es als eine seiner wichtigsten Aufgaben an, die Grundlagen für eine einheitliche Bewertung von Bauprodukten in Deutschland bereitzustellen, damit einerseits die Forderungen erfüllt werden, die sich aus den Landesbauordnungen und der Bauprodukten-Richtlinie 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_6 bis C_{16}, die als Einzelstoffe und im Rahmen des TVOC-Konzeptes (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) als Summenparameter betrachtet werden, und schwerflüchtige organische Verbindungen (SVOC) im Retentionsbereich oberhalb von C_{16} bis C_{22}.

---

[2] 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

[3] Vertreten sind die Ländergesundheitsbehörden, 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).

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] intensiv mit Vertretern von Herstellerfirmen und der weiteren Fachöffentlichkeit diskutiert. Als Ergebnis dieser Prozesse wurde das Bewertungsschema vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) in den Zulassungsgrundsätzen zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten umgesetzt [DIBt, 2004, 2007] und ein überarbeitetes Schema vorgelegt [AgBB, 2005]. Die in der Zwischenzeit neu gewonnenen Erfahrungen wurden in der vorliegenden Fassung berücksichtigt.

Bei Einhaltung der im Schema vorgegebenen Prüfwerte werden die Mindestanforderungen der 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 ihrer Produkte (VOC-Emissionen) deklarieren. [ECA, 2005]

2. Gesundheitliche Bewertung von VOC-Emissionen aus Bauprodukten

Die Literatur über die Wirkung von Innenraumluftverunreinigungen ist umfangreich, vgl. z.B. [ECA, 1991b; Maroni et al., 1995; WHO, 2000; Doty, 2004; INDEX, 2005; Ad-hoc, 2007; Arif and Shah, 2007; Mendell, 2007]. 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

Da VOC-Emissionen häufig mit Geruchsempfindungen einhergehen, die auch zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen können, ist die sensorische Prüfung ein wichtiges Element bei der Bewertung von Bauprodukten. Allerdings kann dieser Aspekt hier bislang noch nicht in die tatsächliche Bewertung eingebracht werden. Obwohl viele unterschiedliche Geruchsmessverfahren existieren [z.B. Fischer et al., 1998; ECA, 1999], stand bisher noch kein abgestimmtes und allgemein anerkanntes Verfahren zur Geruchsbewertung von Bauprodukten zur Verfügung.

Mit einem 2006 abgeschlossenen Forschungsvorhaben [UBA Texte, 2007] liegt nun ein Verfahren zur geruchlichen Bewertung von Bauprodukten auf Basis von Messungen in Emissionsmesskammern vor. Dieses Verfahren, das auf einer Bewertung der Geruchsintensität durch ein trainiertes Panel mit Hilfe eines Vergleichsmaßstabs beruht, hat seine Eignung und gute Reproduzierbarkeit in einem Rundversuch belegt. Aufgrund der mittlerweile erreichten allgemeinen Akzeptanz findet dieses Verfahren zurzeit Eingang in die internationale Normung (ISO TC 146 / SC 6). Mit Vorliegen der international abgestimmten und genormten Methode kann diese, wenn dazu abgestimmte Bewertungsgrenzen vorliegen, Bestandteil des AgBB-Bewertungsschemas werden.

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

Für die Ableitung und sinnvolle Anwendung eines Bewertungsschemas müssen eine Reihe von Randbedingungen angenommen werden, um die aus Prüfkammermessungen erhaltenen Ergebnisse mit realen Raumluftsituationen verknüpfen zu können. Am wichtigsten sind dabei Überlegungen zu einem Szenario, welche Exposition unter Praxisbedingungen zu erwarten ist.

Nach der Gleichung 1 hängt für einen Flächenemittenten die Raumluftkonzentration C von der flächenspezifischen Emissionsrate E_{fl} [µg/(m² h)] des Produktes, dem Luftwechsel n [h^{-1}] im betrachteten Raum und dem Verhältnis von eingesetzter Produktfläche F [m²] und Raumvolumen V [m³] ab. Die Größen n, F und V können zu einer neuen Größe q [m³/(h m²)] zusammengefasst werden, die als flächenspezifische Lüftungsrate bezeichnet wird.

$$C = \frac{E_{fl} \times F}{n \times V} = E_{fl} / q \quad [\mu g/m^3] \qquad (1)$$

Nach DIN 1946-6 [DIN 1998] liegt für Wohnräume der Außenluftstrom pro Quadratmeter, d.h. die flächenspezifische Lüftungsrate, je nach gegebener Wohnfläche etwa zwischen 1 und 1,5 m³/(h m²). Stützt man sich auf das obere Ende dieses Bereiches, so ergibt dies unter Verwendung von Gleichung 1 für einen Raum mit einer Höhe von 2,7 m und einer Grundfläche von 3 m x 4 m eine Luftwechselzahl von rund 0,5 h^{-1}. Dieser Wert entspricht etwa demjenigen, der im Mittel in der Praxis angetroffen wird. Wählt man also für den Prüfkammertest, z.B. von bodenbedeckenden Materialien, diese Bedingungen, so entspricht die in der Prüfkammer gemessene Stoffkonzentration weitgehend der in einem solchen Raum zu erwartenden. Dabei sind allerdings Unterschiede nicht berücksichtigt, die durch mögliche Sorptionseffekte auftreten können.

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, 2007]). 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 **≥ 5** µg/m³ im Retentionsbereich $C_6 – C_{16}$
SVOC: alle Einzelstoffe im Retentionsbereich $>C_{16} – C_{22}$
∑ SVOC: Summe aller Einzelstoffe **≥ 5** µg/m³ 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 1µg/m³ 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 µg/m³ sowohl in der Einzelstoffbewertung als auch bei den entsprechenden Summenbildungen zu berücksichtigen. Ausnahmen gelten für kanzerogene Stoffe der EU-Kategorie 1 und 2 (siehe 4.3.1).

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

Die Messung der VOC und SVOC erfolgt durch Probennahme 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:

- $TVOC_3$

Ein Produkt erfüllt die Kriterien, wenn der TVOC-Wert nach 3 Tagen ($TVOC_3$) ≤ 10 mg/m³ 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 der EU-Richtlinie 67/548/EWG wird erstmalig an dieser Stelle des Ablaufschemas untersucht. Stoffe mit mutagenen oder reproduktionstoxischen Eigenschaften sowie Stoffe mit möglicher kanzerogener Wirkung gemäß EU-Kategorie 3 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 [EU-Richtlinie 67/548/EWG] 0,01 mg/m³ übersteigen.

- Erste sensorische Prüfung

Für eine Prüfung der ebenfalls bedeutsamen sensorischen Eigenschaften müssen genauere Details noch abgestimmt werden, bevor an dieser Stelle des Ablaufschemas eine erste sensorische Prüfung durchgeführt werden kann. Bis zur Festlegung des Testverfahrens wird hier nur mittels Platzhalter auf diese Notwendigkeit hingewiesen.

4.3.2 Messung und Prüfung nach 28 Tagen:

- $TVOC_{28}$

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 $TVOC_{28}$-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 $TVOC_{28}$-Wert von ≤ 1,0 mg/m³ 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.[4]

Ein Produkt erfüllt die Kriterien, wenn die Summe der SVOC in der Kammerluft eine Konzentration von 0,1 mg/m³ nicht überschreitet. Dies entspricht einem zusätzlichen Beitrag von 10 % der maximal zulässigen $TVOC_{28}$-Konzentration von 1 mg/m³. Höhere Konzentrationen führen zur Ablehnung.

---

[4] 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 °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.

- Kanzerogene Stoffe

Es findet eine erneute Überprüfung der Abgabe von kanzerogenen Stoffen der EU-Kategorie 1 und 2 (EU-Richtlinie 67/548/EWG) unter dem Gesichtspunkt der langfristigen Bedeutung für den Raumnutzer statt. Nach 28 Tagen darf kein Kanzerogen der EU-Kategorie 1 und 2 [EU-Richtlinie 67/548/EWG] 0,001 mg/m³ übersteigen.

- Zweite sensorische Prüfung

Bis zur Festlegung des Testverfahrens wird hier nur mittels Platzhalter auf die Notwendigkeit hingewiesen, nach 28 Tagen eine zweite sensorische Prüfung durchzuführen, da chemische Reaktionen innerhalb des Produktes auftreten können, die zu Geruchs- oder anderen sensorischen Wahrnehmungen führen.

- 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 µg/m³ 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 ≥ 5 µg/m³ 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.

$$R_i = C_i / NIK_i \,. \qquad (2)$$

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 Konzentrationen ≥ 5 µg/m³ festgestellt, so wird Additivität der Wirkungen angenommen und festgelegt, dass R, also die Summe aller R_i , den Wert 1 nicht überschreiten darf.

$$R = \text{Summe aller } R_i = \text{Summe aller Quotienten } (C_i / NIK_i) \leq 1 \qquad (3)$$

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 ≥ 0,005 mg/m³ in ihrer Summe 0,1 mg/m³ nicht übersteigen. Höhere Werte führen zur Ablehnung.

4.4 Schlussaussage

Ein Bauprodukt, welches die im Ablaufschema (vgl. Abb. 1) geforderten Bedingungen erfüllt, ist für die Verwendung in Innenräumen von Gebäuden 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/bauprodukte/agbb.htm).

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) (2007): Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen. Stand März 2007 (http://www.dibt.de/de/data/Aktuelles_Ref_II_4_6.pdf).

DIN (Deutsches Institut für Normung) (1998): Raumlufttechnik, Teil 6: Lüftung von Wohnungen, Anforderungen, Ausführung, Abnahme (VDI-Lüftungsregeln). DIN 1946-6. Deutsches Institut für Normung, Berlin, Oktober 1998.

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 – Emissionsprüf-kammer-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 Grundlagendokumente. 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

The INDEX project (2005). Critical appraisal of the setting and implementation of indoor exposure limits in the EU. EUR 21590 EN. European Commission, Directorate General, Joint Research Centre.

Maroni, M., Seifert, B. und Lindvall, T. (1995) Eds: Indoor Air Quality, a Comprehensive Reference Book; Air Quality Monographs – Vol 3; Elsevier Amsterdam.

MBO (Musterbauordnung, Fassung 2002): Musterbauordnung der Bauministerkonferenz - Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU). http://www.bauministerkonferenz.de/.

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 Richtlinie 2006/121/EG (ABl. L 396 30.12.2006 S.852); zuletzt angepasst durch Richtlinie 2004/73/EG (29. Anpassungsrichtlinie, ABl. L 162 16.06.2004 S.1) (Anhang I: http://www.baua.de/nn_12288/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Rechtstexte/pdf/RL-67-548-EWG-Anhang-I.pdf)

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/bauprodukte/dokumente/1AgBB_Fachgespraech05_2001.pdf)

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.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2898.pdf);

International Conference: Construction Products and Indoor Air Quality, Berlin, June 2007, Conference Report, Umweltbundesamt 2008, in press

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-l/3197.pdf)

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

Abb. 1: SCHEMA ZUR GESUNDHEITLICHEN BEWERTUNG VON VOC*- UND SVOC*-EMISSIONEN AUS BAUPRODUKTEN

Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten

1. Messung nach 3 Tagen

Prüfung auf:

$TVOC_3 \leq 10$ mg/m³? — *nein* → ***Ablehnung***

ja ↓

Kanzerogene$_3$ EU-Kat. 1 und 2 $\leq$ 0,01 mg/m³? — *nein* → ***Ablehnung***

ja ↓

2. Messung nach 28 Tagen

$TVOC_{28} \leq 1{,}0$ mg/m³? — *nein* → ***Ablehnung***

ja ↓

$\sum SVOC_{28} \leq 0{,}1$ mg/m³? — *nein* → ***Ablehnung***

ja ↓

Kanzerogene$_{28}$ EU-Kat. 1 und 2 $\leq$ 0,001 mg/m³? — *nein* → ***Ablehnung***

ja ↓

Bewertbare Stoffe:
Gilt bei Betrachtung aller VOC mit NIK**
$R = \sum C_i/NIK_i^{**} \leq 1$? — *nein* → ***Ablehnung***

ja ↓

Nicht bewertbare Stoffe:
Ist die Summe aller VOC ohne NIK**
$\sum VOC_{28} \leq 0{,}1$ mg/m³? — *nein* → ***Ablehnung***

ja ↓

Das Produkt ist für die Verwendung in Innenräumen geeignet

Für die zu diesen Zeitpunkten ebenfalls vorgesehenen <u>sensorischen Prüfungen</u> stehen derzeit noch keine abgestimmten und allgemein anerkannten Verfahren zur Verfügung.

*** VOC, TVOC: Retentionsbereich $C_6 - C_{16}$, SVOC: Retentionsbereich > $C_{16} - C_{22}$**

**** NIK: Niedrigste interessierende Konzentration, engl. LCI**

Emissionskammerprüfung nach DIN EN ISO 16000-9 bis 11

UBA II 1.3 – AgBB 2008

6. Anhang

Aufstellung von NIK-Werten

1. Grundsätze

Flüchtige organische Verbindungen (VOC und SVOC) gehören zu den nach Vorkommen und Wirkung bedeutungsvollsten Verunreinigungen der Innenraumluft. Bauprodukte sind wesentliche Quellen von VOC und SVOC in Innenräumen. Nach dem Baurecht müssen Bauprodukte neben technischen Kriterien auch gesundheitsbezogenen Anforderungen hinsichtlich ihrer VOC/SVOC-Emissionen erfüllen. Dies bedeutet, dass ihre Emissionen (technisch: produkt- und stoffspezifische Emissionsfaktoren in µg/(m² h) soweit begrenzt werden müssen, dass die in der Raumluft resultierenden Immissionen auch unter ungünstigen, aber noch realistischen Annahmen bzgl. Beladung, Luftwechsel und Raumklima die Gesundheit empfindlicher Personen bei Daueraufenthalt nicht gefährden. Für die gesundheitsbezogene Qualitätsbewertung der Emissionen von Bauprodukten wird hier die Vorgehensweise zur Bildung von stoffspezifischen Rechenwerten, den sogenannten NIK-Werten (Niedrigste interessierende Konzentrationen NIK, analog zum englischen LCI Lowest Concentration of Interest), vorgestellt.

Eine Vielzahl von Stoffen, die als Gas, Dampf oder Schwebstaub in der Luft am Arbeitsplatz vorkommen, sind durch rechtlich verbindliche Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) soweit begrenzt, dass nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis auch bei wiederholter und langfristiger, in der Regel 8stündiger täglicher Exposition, jedoch bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 Stunden im allgemeinen schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit der Beschäftigten während der Lebensarbeitszeit nicht zu erwarten sind. Die laufend aktualisierten, rechtlich verbindlichen AGW-Werte sind in der Technischen Regel für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900) veröffentlicht und ihre Einhaltung wird überwacht. Durch die Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe werden maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen (MAK-DFG-Werte) zum Schutz der Gesundheit am Arbeitsplatz abgeleitet und veröffentlicht. In der Regel erfolgt eine Übernahme der MAK-DFG-Werte in die TRGS 900. 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] an existierenden AGW-Werten. Dabei werden folgende grundsätzliche Unterschiede zwischen den Bedingungen in allgemeinen Innenräumen (Wohnungen, Kindergärten, Schulen) und Arbeitsplätzen beachtet:

- 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, Allergiker),
- fehlende messtechnische und medizinische Überwachung, prinzipiell undefinierte Gesamtexposition in Innenräumen.

Aus sachlichen wie rechtlichen Gründen können die einzelnen NIK-Werte nur als Rechenwerte zur Bauproduktbewertung bzw. zur Bauproduktzulassung und nicht als raumlufthygienische Grenzwerte für Einzelstoffe herangezogen werden. Im Hinblick auf das von Bauprodukten in Innenräumen erzeugte Vielstoffgemisch sind die NIK-Werte jedoch in ihrer Gesamtheit auf Grund ihrer Herleitung die adäquate Konkretisierung der zur Abwehr von Gesundheitsgefahren durch VOC/SVOC-Gemische baurechtlich geforderten Kriterien.

2. Vorgehensweise

Da nicht für alle aus Bauprodukten emittierten VOC/SVOC entsprechende Werte in der TRGS 900 enthalten sind, wird über diese Vorschrift hinaus auf vergleichbare (Arbeitsplatz)-Werte nach einem abgestuften Verfahren zurückgegriffen, das für jeden Einzelstoff die derzeit maximal erreichbare Evidenz der toxikologischen Begründung berücksichtigt und somit möglichst viele Stoffe beurteilbar macht. Stoffe, die auch so nicht bewertbar sind, bleiben im Rahmen des AgBB-Schemas einer strengen Summenbegrenzung unterworfen. Die Auswahlkriterien sind:

I.) Zunächst wird für den Einzelstoff geprüft, ob dieser über die TRGS 900 und/oder über einen OEL (Occupational Exposure Limit)-Wert der Europäischen Kommission bewertet ist. Ist dieses der Fall, wird der niedrigere Wert zur Ableitung herangezogen.

II.) Ist die unter Punkt I. genannte Bedingung nicht erfüllt, wird auf entsprechende Bewertungslisten von Stoffen in der Luft am Arbeitsplatz anderer EU-Länder zurückgegriffen und vom niedrigsten, wissenschaftlich plausibel begründeten Wert ein NIK-Wert abgeleitet.

III.) Als weitere Möglichkeit kann auf einen MAK-Wert der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und/oder einen TLV®-Wert der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) bzw. einen Workplace Environmental Exposure Limit (WEEL-Wert) der AIHA (American Industrial Hygiene Association) zurückgegriffen werden.

IV.) Lässt sich ein Stoff nach den vorangegangenen Voraussetzungen in Punkt I., II. oder III. nicht beurteilen, 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. Dabei wird der niedrigste geeignete Arbeitsplatzgrenzwert aus dieser zugeordneten Stoffklasse herangezogen.

V.) Erfüllt nach Einzelfallprüfung ein Stoff keine der Anforderungen aus Punkt I.-IV., dann wird dieser Stoff im Ablaufschema der Kategorie der Stoffe „ohne NIK-Wert“ zugeordnet. Nicht identifizierte Stoffe fallen ebenfalls in diese Kategorie.

3. Berechnung

Zur Berücksichtigung der strenger zu bewertenden, unterschiedlichen Expositionsbedingungen und Empfindlichkeiten in der Allgemeinbevölkerung im Vergleich zur Arbeitsplatzbelastung wird der jeweils zugrunde gelegte AGW-Wert i.d.R. durch 100 geteilt[4] [Sicherheitsfaktoren analog ad-hoc-AG, 1996]. Bei möglicherweise kanzerogenen Stoffen der EU-Kategorie 3 (EU-Richtlinie 67/548/EWG) wird in der Regel durch 1000 dividiert. Reproduktionstoxische und mutagene Stoffe werden hinsichtlich des zusätzlichen Faktors einer Einzelstoffbetrachtung unterzogen. Substanzen mit erwiesenen kanzerogenen Eigenschaften der EU- Kategorie 1 und 2 (EU-Richtlinie 67/548/EWG) werden gesondert bewertet (siehe AgBB-Bewertungsschema).

4. Veröffentlichung

Die NIK-Werte werden ausschließlich durch das Gremium des AgBB unter Beteiligung von Industrie und Herstellerverbänden offiziell festgelegt und in einer Liste (NIK-Werte-Liste) veröffentlicht. Die aktuelle Liste der NIK-Werte ist zusammen mit kurzen Hinweisen zu ihrer Herleitung in Tab. 1 abgedruckt. Für die zur Bearbeitung anstehenden Stoffe werden regelmäßig und nach Bedarf Einzelstoffbetrachtungen durch den AgBB unter Beteiligung der

[4] Bei Stoffen mit Reizwirkung kann nach Einzelfallprüfung von dem Faktor 100 abgewichen werden.

Industrie- und Herstellerseite durchgeführt. Die NIK-Liste stellt eine geschlossene Liste dar, die nach Bedarf, gegenwärtig etwa im 1-Jahresturnus, überarbeitet und veröffentlicht wird. Seitens der Hersteller besteht die Möglichkeit, für entsprechende, noch nicht in der NIK-Liste aufgeführte Stoffe die Ableitung eines NIK-Wertes beim AgBB unter Vorlage vorhandener Daten zu beantragen.
Um die Ableitung von NIK-Werten transparent zu gestalten, weist die veröffentlichte NIK-Werte-Liste mindestens folgende Angaben auf:

(1) Substanzname(n)
(2) CAS-Nr.
(3) NIK-Wert
(4) Der für die Ableitung zugrunde gelegte Wert mit Quelle sowie stoffbezogene Einstufungen
(5) Bemerkungen, die bei Bedarf zusätzliche Hinweise zum Stoff oder zum Ableitungsvorgehen geben.

Literatur:

ad-hoc-AG (ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission des UBA und Vertretern der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG)) (1996): Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema. Bundesgesundheitsblatt 39 (11), 422-426.

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.

TRGS 900: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz, „Arbeitsplatzgrenzwerte“, Ausgabe Januar 2006, zuletzt geändert und ergänzt Dezember 2007 (GMBl. Nr. 55 S.1094) (http://www.baua.de/nn_16806/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-900.pdf).

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 Richtlinie 2006/121/EG (ABl. L 396 30.12.2006 S.852); zuletzt angepasst durch Richtlinie 2004/73/EG (29. Anpassungsrichtlinie, ABl. L 162 16.06.2004 S.1) (Anhang I: http://www.baua.de/nn_12288/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Rechtstexte/pdf/RL-67-548-EWG-Anhang-I.pdf).

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/site/de/consleg/1991/L/01991L0322-20060301-de.pdf).

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 16.08.2000 S 47); zuletzt geändert durch Richtlinie 2006/15/EG der Kommission (ABl. L 38 09.02.2006 S.36) (http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/consleg/2000/L/02000L0039-20060301-de.pdf).

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).

Dänemark AT (Arbejdstilsynet): Grænsevædier for stoffer og materialer AT – vejledning C.0.1, August 2007, Erstatter April 2005 (http://www.at.dk/graphics/at/04-Regler/05-At-vejledninger/C-vejledninger/C-0-1-Graensevaerdilisten/C-0-1-Graensevaerdilisten-2007.pdf).

Finnland STM (2007) (Sosiaali- ja terveysministeriö): HTP Values 2007, Concentrations Known to be Harmful. Helsinki, 2007, 71 S. (Publications of Social Affairs and Health, Finland; ISSN 1236-2050; 2007:4) (http://www.stm.fi/Resource.phx/publishing/documents/12483/index.htx).

Frankreich INRS (2006) (Institut national de recherche et de sécurité): Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimique en France INRS 2006 (http://www.inrs.fr/INRS-PUB/inrs01.nsf/inrs01_catalog_view_view/5462CE3DF935FAFBC12571B20023D726/$FILE/ed984.pdf).

Niederlande SER (2006) (Sociaal-Economische Raad): Wettelijke grenswaarden Staatscourant 28 december 2006 nr. 252/ pg. 23 (http://www.ser.nl/~/media//Files/Internet/Grenswaarden/staatscourant/staatscourant20071228_252.ashx, Datenbank: http://www.ser.nl/nl/taken/adviserende/grenswaarden.aspx).

Schweden AFS (Arbeitsmiljöverkets 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), Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar är en ändring av föreskriften AFS 2005:17 med samma namn (AFS 2007:2) (http://www.av.se/dokument/afs/AFS2007_02.pdf).

UK HSE (Health and Safety Executive): List of approved workplace exposure limits Guidance Note EH40 2005 from EH 40/2005 CIS 05-401 (as consolidated with amendments October 2007) (http://www.hse.gov.uk/coshh/table1.pdf).

DFG (2007) (Deutsche Forschungsgemeinschaft): MAK- und BAT-Werte-Liste 2007, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 43, Wiley-VCH.

ACGIH (2007) (American Conference of Governmental Industrial Hygienists): Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 7. Aufl. 2007.

AIHA (2007) (American Industrial Hygiene Association): Workplace environmental exposure level guides. (http://www.aiha.org/1documents/Committees/WEEL-WEELsLevels2007.pdf).

Tabelle 1

NIK-Werte-Liste 2008

Redaktionsschluss Dezember 2007

	Substanz	CAS No.	NIK [µg/m³]	EU-OEL** [µg/m³]	TRGS 900** [µg/m³]	Bemerkungen**
1. Aromatische Kohlenwasserstoffe						
1-1	Toluol	108-88-3	**1.900**	192.000	190.000	EU: Repr. Cat. 3 Einzelstoffbetrachtung
1-2	Ethylbenzol	100-41-4	**4.400**	442.000	440.000	
1-3	Xylol, Gemisch aus den Isomeren o-, m- und p-Xylol	1330-20-7	**2.200**	221.000	440.000	
1-4	p-Xylol	106-42-3	**2.200**	221.000	440.000	
1-5	m-Xylol	108-38-3	**2.200**	221.000	440.000	
1-6	o-Xylol	95-47-6	**2.200**	221.000	440.000	
1-7	Isopropylbenzol	98-82-8	**1.000**	100.000	100.000	
1-8	n-Propylbenzol	103-65-1	**1.000**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole, z.B. NIK Nr. 1-10
1-9	1-Propenylbenzol (ß-Methylstyrol)	637-50-3	**2.400**			EU-OEL Wert für α-Methylstyrol: 246.000 µg/m³
1-10	1,3,5-Trimethylbenzol	108-67-8	**1.000**	100.000	100.000	
1-11	1,2,4-Trimethylbenzol	95-63-6	**1.000**	100.000	100.000	
1-12	1,2,3-Trimethylbenzol	526-73-8	**1.000**	100.000	100.000	
1-13	2-Ethyltoluol	611-14-3	**1.000**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole

	Substanz	CAS No.	NIK [µg/m³]	EU-OEL** [µg/m³]	TRGS 900** [µg/m³]	Bemerkungen**
1-14	1-Isopropyl-2-methylbenzol (o-Cymol)	527-84-4	**1.100**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-15	1-Isopropyl-3-methylbenzol (m-Cymol)	535-77-3	**1.100**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-16	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	**1.100**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-17	1,2,4,5-Tetramethylbenzol	95-93-2	**1.100**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-18	n-Butylbenzol	104-51-8	**1.100**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-19	1.3-Diisopropylbenzol	99-62-7	**1.400**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-20	1.4-Diisopropylbenzol	100-18-5	**1.400**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-21	Phenyloctan und Isomere	2189-60-8	**1.600**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-22	1-Phenyldecan und Isomere	104-72-3	**1.800**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-23	1-Phenylundecan und Isomere	6742-54-7	**1.900**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole; Umrechnung über Molgewicht
1-24	4-Phenylcyclohexen (4-PCH)	4994-16-5	**1.300**			vgl. Styrol; Umrechnung über Molgewicht
1-25	Styrol	100-42-5	**860**		86.000	
1-26	Phenylacetylen	536-74-3	**840**			vgl. Styrol; Umrechnung über Molgewicht
1-27*	2-Phenylpropen (α-Methylstyrol)	98-83-9	**2.500**	246.000	250.000	
1-28	Vinyltoluol (alle Isomeren: o-,m-,p-Methylstyrole)	25013-15-4	**4.900**		490.000	
1-29	andere Alkylbenzole, sofern Einzelisomere nicht anders zu bewerten sind		**1.000**			vgl. niedrigsten NIK der gesättigten Alkylbenzole
1-30	Naphthalin	91-20-3	**50**	50.000		EU: Carc. Cat 3
1-31	Inden	95-13-6	**450**			OEL Dänemark, Frankreich: 45.000 µg/m³
2. Aliphatische Kohlenwasserstoffe (n-, iso- und cyclo-)						
2-1	3-Methylpentan	96-14-0				VVOC
2-2	n-Hexan	110-54-3	**72**	72.000	180.000	EU: Repr. Cat. 3
2-3	Cyclohexan	110-82-7	**7.000**	700.000	700.000	
2-4*	Methylcyclohexan	108-87-2	**8.100**		810.000	
2-5	-					2)
2-6	-					2)
2-7	-					2)
2-8*	n-Heptan	142-82-5	**21.000**	2.085.000		
2-9*	andere gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe bis C8		**15.000**		1.500.000	
2-10*	andere gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe ab C9		**6.000**		600.000	
3. Terpene						
3-1*	3-Caren	498-15-7	**1.500**			vgl. mit 3-2 bis 3-5

	Substanz	CAS No.	NIK [µg/m³]	EU-OEL** [µg/m³]	TRGS 900** [µg/m³]	Bemerkungen**
3-2*	α-Pinen	80-56-8	**1.500**			OEL Schweden: 150.000 µg/m³
3-3*	ß-Pinen	127-91-3	**1.500**			OEL Schweden: 150.000 µg/m³
3-4*	Limonen	138-86-3	**1.500**			OEL Schweden: 150.000 µg/m³
3-5*	Terpene, sonstige		**1.500**			OEL Schweden: 150.000 µg/m³ (Zur Gruppe gehören alle Monoterpene und Sesquiterpene und deren Sauerstoffderivate)
4. Aliphatische Alkohole (n-, iso- und cyclo-)						
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-Methylpropanol-2	75-65-0	**620**		62.000	
4-5	2-Methyl-1-propanol	78-83-1	**3.100**		310.000	
4-6	1-Butanol	71-36-3	**3.100**		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	**730**			MAK-DFG: 73.000 µg/m³ (2007)
4-8*	1-Hexanol	111-27-3	**2.100**		210.000	
4-9	Cyclohexanol	108-93-0	**2.100**		210.000	
4-10*	2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	**1.100**		110.000	
4-11*	1-Octanol	111-87-5	**1.100**		106.000	
4-12*	4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on (Diacetonalkohol)	123-42-2	**960**		96.000	
4-13*	andere C4-C10 gesättigte Alkohole		**1.100**			vgl. 1-Octanol und 2-Ethyl-1-hexanol
5. Aromatische Alkohole (Phenole)						
5-1*	Phenol	108-95-2	**10**	7.800	7.800	Einzelstoffbetrachtung, EU: Mut. Cat. 3
5-2	BHT (2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol)	128-37-0	**100**			OEL Dänemark, Finnland, Frankreich, Groß-Britannien: 10.000 µg/m³
5-3	Benzylalkohol	100-51-6	**440**			WEEL (AIHA): 44.000 µg/m³
6. Glykole, Glykolether, Glykolester						
6-1	Propylenglykol (1,2-Dihydroxypropan)	57-55-6	**320**			vgl. Ethylenglykol; Umrechnung über Molgewicht
6-2	Ethylenglykol (Ethandiol)	107-21-1	**260**	52.000	26.000	
6-3	Ethylenglykolmonobutylether	111-76-2	**980**	98.000	98.000	
6-4	Diethylenglykol	111-46-6	**440**		44.000	
6-5*	Diethylenglykol-monobutylether	112-34-5	**670**	67.500		MAK-DFG: 67.000 µg/m³ (2007)
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 (Hydroxyessigsäure-butylester)	7397-62-8	**550**			vgl. mit Glykolsäure/Metabolit v. Ethylenglykol; Umrechnung über Molgewicht
6-11*	Butyldiglykolacetat (Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)acetat, BDGA)	124-17-4	**850**			MAK-DFG: 85.000 µg/m³ (2007)

	Substanz	CAS No.	NIK [µg/m³]	EU-OEL** [µg/m³]	TRGS 900** [µg/m³]	Bemerkungen**
6-12	Dipropylenglykolmono-methylether	34590-94-8	**3.100**	308.000	310.000	
6-13*	2-Methoxyethanol	109-86-4	**16**		16.000	EU: Repr. Cat. 2
6-14	2-Ethoxyethanol	110-80-5	**19**		19.000	EU: Repr. Cat. 2
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. mit Ethylenglykolmonobutyl-ether; Umrechnung über Molgewicht
6-18*	1,2-Dimethoxyethan	110-71-4	**20**			EU: Repr. Cat. 2 vgl. mit 2-Methoxyethanol (Metabolit Methoxyessigsäure); Umrechnung über Molgewicht
6-19	1,2-Diethoxyethan	73506-93-1	**25**			vgl. mit 2-Ethoxyethanol (Metabolit Ethoxyessigsäure); Umrechnung über Molgewicht
6-20	2-Methoxyethylacetat	110-49-6	**25**		25.000	EU: Repr. Cat. 2
6-21	2-Ethoxyethylacetat	111-15-9	**27**		27.000	EU: Repr. Cat. 2
6-22	2-Butoxyethylacetat	112-07-2	**1.300**	133.000	130.000	
6-23*	2-(2-Hexoxyethoxy)-ethanol	112-59-4	**740**			vgl. mit Diethylenglykol-monobutylether; Umrechnung über Molgewicht
6-24	1-Methoxy-2-(2-methoxy-ethoxy)-ethan	111-96-6	**28**		28.000	EU: Repr. Cat. 2
6-25	2-Methoxy-1-propanol	1589-47-5	**19**		19.000	EU: Repr. Cat. 2
6-26	2-Methoxy-1-propylacetat	70657-70-4	**28**		28.000	EU: Repr. Cat. 2
6-27	Propylenglykoldiacetat	623-84-7	**670**			vgl. mit Propylenglykol; Umrechnung über Molgewicht
6-28*	Dipropylenglykol	110-98-5 25265-71-8	**2.000**			MAK-DFG: 200.000 µg/m³ (2007)
6-29	Dipropylenglykol-monomethyletheracetat	88917-22-0	**3.900**			vgl. mit Dipropylenglykol-monomethylether; Umrechnung über Molgewicht
6-30*	Dipropylenglykol-mono-n-propylether	29911-27-1	**740**			vgl. mit Diethylenglykol-monobutylether; Umrechnung über Molgewicht
6-31*	Dipropylenglykol-mono-n-butylether	29911-28-2 35884-42-5	**810**			vgl. mit Diethylenglykol-monobutylether; Umrechnung über Molgewicht
6-32*	Dipropylenglykol-mono-t-butylether	132739-31-2 (Gemisch)	**810**			vgl. mit Diethylenglykol-monobutylether; Umrechnung über Molgewicht
6-33	1,4-Butandiol	110-63-4	**2.000**		200.000	
6-34	Tripropylenglykol-monomethylether	20324-33-8 25498-49-1	**1.000**			Einzelstoffbetrachtung
6-35*	Triethylenglykol-dimethylether	112-49-2	**37**			EU: Repr. Cat. 2 vgl. mit Methoxyethanol, Metabolit Methoxyessigsäure; Umrechnung über Molgewicht
6-36	1,2-Propylenglykol-dimethylether	7778-85-0	**25**			vgl. mit 1,2-Dimethoxyethan und 2-Methoxy-1-propanol; Umrechnung über Molgewicht
6-37*	TXIB	6846-50-0	**450**			Einzelstoffbetrachtung
6-38*	Ethyldiglykol	111-90-0	**350**		35.000	
6-39*	Dipropylenglykol-dimethylether	63019-84-1 89399-28-0 111109-77-4	**1300**			Einzelstoffbetrachtung
7. Aldehyde						
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

	Substanz	CAS No.	NIK [µg/m³]	EU-OEL** [µg/m³]	TRGS 900** [µg/m³]	Bemerkungen**
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**			EU: Mut. Cat. 3 [1)]
7-10	2-Pentenal	1576-87-0 764-39-6 31424-04-1	**12**			vgl. 2-Butenal, aber keine EU-Mutagenitäts-Einstufung; 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
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. Cat. 3
7-18*	Glutaraldehyd	111-30-8	**2**			MAK-DFG: 210 µg/m³ (2007)
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
8. Ketone						
8-1*	Ethylmethylketon	78-93-3	**6.000**	600.000	600.000	
8-2	3-Methylbutanon-2	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	**300**			Oxidationsprodukt von Propylenglykol; Umrechnung über Molgewicht
8-10*	Aceton	67-64-1				VVOC

	Substanz	CAS No.	NIK [µg/m³]	EU-OEL** [µg/m³]	TRGS 900** [µg/m³]	Bemerkungen**
9. Säuren						
9-1*	Essigsäure	64-19-7	**500**	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-Capronsäure	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. Cat. 3 TLV (ACGIH) : 5000 µg/m³
10. Ester und Lactone						
10-1	Methylacetat	79-20-9				VVOC
10-2	Ethylacetat	141-78-6				VVOC
10-3	Vinylacetat	108-05-4				VVOC; EU: Carc.Cat. 3
10-4	Isopropylacetat	108-21-4	**4.200**			OEL Finnland, MAK-DFG: 420.000 µg/m³ (2007)
10-5	Propylacetat	109-60-4	**4.200**			OEL-Finnland, MAK-DFG: 420.000 µg/m³ (2007)
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**		210.000	
10-9	andere Methacrylate		**2.100**			vgl. Methylmethacrylat
10-10	Isobutylacetat	110-19-0	**4.800**			MAK-DFG: 480.000 µg/m³ (2007)
10-11	1-Butylacetat	123-86-4	**4.800**			MAK-DFG: 480.000 µg/m³ (2007)
10-12*	2-Ethylhexylacetat	103-09-3	**1.400**			vgl. 2-Ethyl-1-hexanol; Umrechnung über Molgewicht
10-13	Methylacrylat	96-33-3	**180**		18.000	
10-14	Ethylacrylat	140-88-5	**210**		21.000	
10-15	n-Butylacrylat	141-32-2	**110**	11.000	11.000	
10-16	2-Ethylhexylacrylat	103-11-7	**820**		82.000	
10-17	andere Acrylate (Acrylsäureester)		**110**			vgl. Butylacrylat
10-18	Adipinsäuredimethylester	627-93-0	**7.300**			vgl. Methanol (Metabolit); Umrechnung über Molgewicht TRGS 900: 270.000 µg/m³
10-19	Fumarsäuredibutylester	105-75-9	**4.800**			vgl. Butanol (Metabolit); Umrechnung über Molgewicht
10-20	Bernsteinsäuredimethylester	106-65-0	**6.200**			vgl. Methanol (Metabolit); Umrechnung über Molgewicht TRGS 900: 270.000 µg/m³
10-21	Glutarsäuredimethylester	1119-40-0	**6.800**			vgl. Methanol (Metabolit); Umrechnung über Molgewicht TRGS 900: 270.000 µg/m³
10-22	Hexandioldiacrylat	13048-33-4	**10**			WEEL (AIHA): 1000 µg/m³
10-23	Maleinsäuredibutylester	105-76-0	**190**			Einzelstoffbetrachtung
10-24	Butyrolacton	96-48-0	**2.700**			Einzelstoffbetrachtung

	Substanz	CAS No.	NIK [µg/m³]	EU-OEL** [µg/m³]	TRGS 900** [µg/m³]	Bemerkungen**
11. Chlorierte Kohlenwasserstoffe						
11-1*	Tetrachlorethen	127-18-4	**70**			EU: Carc. Cat. 3 OEL Dänemark, Finnland, Schweden: 70.000 µg/m³
12. Andere						
12-1	1.4-Dioxan	123-91-1	**73**		73.000	EU: Carc. Cat. 3
12-2*	Caprolactam	105-60-2	**240**	10.000	5.000	Einzelstoffbetrachtung
12-3*	N-Methyl-2-pyrrolidon	872-50-4	**820**		82.000	
12-4	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	**1.200**			EU: Repr. Cat.3 Einzelstoffbetrachtung
12-5	Methenamin, Hexamethylentetramin (Formaldehydabspalter)	100-97-0	**30**			OEL Norwegen, Schweden: 3.000 µg/m³
12-6	2-Butanonoxim	96-29-7	**20**			EU: Carc. Cat. 3 Einzelstoffbetrachtung
12-7	Tributylphosphat	126-73-8	**25**			EU: Carc. Cat.: 3 OEL Dänemark, Frankreich: 2.500 µg/m³, TLV (ACGIH): 2.200 µg/m³
12-8	Triethylphosphat	78-40-0	**25**			vgl. Tributylphosphat
12-9	5-Chlor-2-methyl-4-isothiazolin-3-on (CIT)	26172-55-4	**1**			Einzelstoffbetrachtung
12-10*	2-Methyl-4-isothiazolin-3-on (MIT)	2682-20-4	**100**			Einzelstoffbetrachtung
12-11*	Triethylamin	121-44-8	**42**		4.200	

* : Neuaufnahme / Änderungen 2007

**: Zur besseren Vergleichbarkeit erfolgen die Konzentrationsangaben in µg/m³.

VVOC: VVOC, gehen derzeit nicht in die AgBB-Bewertung ein.

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 Auswertungsmaskle ADAM zu wahren, können vormals belegte laufende Nummern der NIK-Liste bei Wegfall oder Umsortierung von Stoffen oder Stoffgruppen nicht mehr neu belegt werden.

Anmerkungen:

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

Folgende Links führen zu Listen von Stoffen, die gemäß EU-Richtlinie 67/548/EWG als Kanzerogene der Kategorie 1 und 2 eingestuft sind und deren Prüfung und Begrenzung im AgBB-Schema gefordert wird (auf Aktualität ist zu achten):

- BGIA, Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz http://www.hvbg.de/d/bia/fac/kmr
- 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 Gerloff, Kolonnenstr. 30 L, 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 Aldhyde der NIK-Liste Gruppe 7 ist im interessierenden Konzentrationsbereich mit Problemen behaftet. So ist für Butenal 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 µg/m³ 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 leichtflüchtige 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.