

Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten

AgBB – Februar 2015



Aktualisierte NIK-Werte-Liste 2015 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 (VVOC, 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.

Sanierungs- und Neubaumaßnahmen, die in Zusammenhang mit den rechtlichen Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden (Energieeinsparverordnung EnEV 2014) erfolgen, müssen gleichzeitig gewährleisten, dass damit eine gesundheitlich verträgliche Raumluftqualität für die Raumnutzer bei der Gebäudenutzung sichergestellt wird. Um Zugluft und Verluste von Heizwärme zu vermeiden, ist in energieeffizienten Gebäuden die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle oft so hoch, dass ein hygienisch notwendiger Luftwechsel nicht mehr erreicht wird. Raumluftbelastungen mit flüchtigen organischen Verbindungen und Feuchtigkeit sind die Folge. Ohne ausreichende Lüftung entstehen für Raumnutzer vermeidbare Risiken für Wohlbefinden und Gesundheit sowie für die Leistungsfähigkeit. Folglich ist bei Neubauten sowie umfassenderen Gebäudesanierungen die Erarbeitung eines Lüftungskonzepts (in der Regel über mehrmaliges weites Öffnen der Fenster und/oder über technische Lüftungsanlagen) durch Architekten oder Planer zwingend vorzusehen und durch Gebäudebetreiber umzusetzen.

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. April 2011 wurde die Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten im europäischen Amtsblatt L 88/5 veröffentlicht. Sie hat am 1. Juli 2013 die Bauproduktenrichtlinie aus dem Jahr 1988 vollständig abgelöst. Einer Umsetzung der neuen Bauproduktenverordnung (BauPVO) in nationales Recht bedarf es nicht mehr, da europäische Verordnungen unmittelbar in allen Mitgliedstaaten rechtswirksam werden.

Ein erklärtes Ziel der Landesbauordnungen und der EU-Bauproduktenverordnung ist es, die Gesundheit von Gebäudenutzern zu schützen. „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ zählen zu den Grundanforderungen an Bauwerke und an darin eingebrachte Bauprodukte. Die europäischen Mitgliedstaaten dürfen in ihren nationalen Regelungen fordern, dass die Gesundheit der Raumnutzer durch Bauprodukte nicht gefährdet wird und dass Bauprodukte ihre diesbezüglichen wesentlichen Merkmale durch Leistungsprüfungen belegen. Die Vermeidung und Begrenzung von Schadstoffen in Innenräumen, z.B. von flüchtigen organischen Verbindungen wird hiermit ausdrücklich abgedeckt [Anhang I, Bauproduktenverordnung, 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 Mandat¹ 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, bei der Europäischen Technischen Bewertung und bei der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bilden. Als Ergebnis der Normungsarbeit ist die DIN CEN/TS 16516:2013: Bauprodukte - Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen - Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft bereits erschienen. Diese Technische Spezifikation (CEN/TS) wird voraussichtlich den Status einer Europäischen Norm (EN) bekommen.

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. Diese Experten arbeiten das in Europa verfügbare Fachwissen zu den verschiedensten innenraumrelevanten Themen auf und fassen dies in Berichten zusammen, 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

¹ 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

Building Products", in dem als Beispiel ein Bewertungsschema für Emissionen aus Fußbodenbelägen angegeben ist [ECA, 1997a].

Der Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB)² sieht es als eine seiner wichtigsten Aufgaben an, die Grundlagen für eine einheitliche Bewertung von Bauprodukten in Deutschland bereitzustellen. Dadurch werden einerseits die Forderungen aus den Landesbauordnungen und der europäischen Bauproduktenverordnung erfüllt und andererseits ist eine nachvollziehbare und objektivierbare Produktbewertung möglich. Der AgBB unterstützt Bestrebungen zur Harmonisierung der gesundheitlichen Bewertung von Bauproduktmissionen in Europa [ECA 2012, 2013].

Der Ausschuss hat 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 C₆ bis C₁₆, die als Einzelstoffe und als Summenparameter im Rahmen des TVOC-Konzeptes (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) betrachtet werden, sowie leicht flüchtige (VVOOC) und schwerflüchtige organische Verbindungen (SVOC) im Retentionsbereich unterhalb C₆ bzw. oberhalb von C₁₆ bis C₂₂.

Das Schema wurde sowohl nach seiner ersten Veröffentlichung im Jahre 2000 als auch während und zum Ende seiner Einführungsphase von 2002 bis 2004 intensiv mit Herstellerfirmen und der weiteren Fachöffentlichkeit diskutiert [Tagungsbände der Fachgespräche 2001 und 2004; internationale Fachtagung, 2007]. 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 VVOOC, die sich als relevante Bauproduktmissionen erwiesen haben [z.B. Salthammer, 2014; Pech et al., 2013; Gellert und Horn, 2005]. Hierfür sind die derzeit verwendeten VOC-Messmethoden außer für Carbonylverbindungen (nach DIN ISO 16000-3) nicht ausreichend geeignet.

Bei Einhaltung der im Schema vorgegebenen Prüfwerte werden die Mindestanforderungen der vorgenannten Bauordnungen zum Schutz der Gesundheit im Hinblick auf die Emission flüchtiger organischer Verbindungen 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 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).

2. Gesundheitliche Bewertung von VOC-Emissionen aus Bauprodukten

Die Literatur über die Wirkung von Innenraumluftverunreinigungen ist umfangreich [siehe u.a. ECA, 1991b; WHO, 2000, 2010; Ad-hoc, 2007]. Die Wirkungen von flüchtigen organischen Verbindungen können von Geruchsempfindungen und Reizwirkungen auf die Schleimhäute von Augen, Nase und Rachen über akute und/oder systemische Wirkungen bis hin zu Langzeitwirkungen reichen. Hierzu zählen auch Wirkungen auf das Nervensystem, allergisierende oder allergieverstärkende und insbesondere kanzerogene, mutagene oder reproduktionstoxische Eigenschaften.

Zur toxikologischen Bewertung von emittierten Stoffen aus Bauprodukten sind Konzentrationsniveaus zu ermitteln, unterhalb derer keine nachteiligen Wirkungen zu befürchten sind (NIK - niedrigste interessierende Konzentration, engl. LCI - lowest concentration of interest).

Das umfangreichste Bewertungssystem für chemische Substanzen 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 sowie die fehlende messtechnische und arbeitsmedizinische Überwachung bei der Übertragung auf den bewohnten Innenraum mit entsprechenden Faktoren berücksichtigt werden [ECA, 1997a]. Die hierauf basierende pragmatische Vorgehensweise wurde bislang zur Ableitung von Hilfsgrößen zur Bewertung von Bauprodukten, den sogenannten NIK-Werten, angewendet.

Seit 2011 arbeitet eine europäische Initiative an der Harmonisierung der Emissionsbewertung mittels NIK-Werten in Europa, damit im grenzüberschreitenden Handel einheitliche Qualitätsanforderungen gelten. Die Arbeitsgruppe hat eine umfassende Liste von emissionsrelevanten Stoffen zusammengestellt, ihr Procedere zur Ableitung von EU-LCI-Werten dargelegt und erste harmonisierte EU-LCI-Werte für ca. 80 Stoffe publiziert [ECA 2013].

Die Beurteilungsmaßstäbe basieren auf Einzelstoffbetrachtungen, obwohl die Bewohner von Gebäuden immer einer Vielzahl von Substanzen ausgesetzt sind. Dies wird mit der Aufsummierung der bewerteten Einzelstoffkonzentrationen im Risikoindex „R“ und mit Hilfe der Summenkonzentration der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) berücksichtigt [ECA, 2012, Seifert, 1999; DIN 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 national standardisiert [VDI 4302 Blatt 1] und international [DIN ISO 16000-28] genormt ist.

Mit den bisherigen Erkenntnissen sowie dem Prüfkammerverfahren nach der DIN 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 Pilotphase im Jahr 2012 gestartet. Die Pilotphase hat das Ziel, in Zusammenarbeit mit interessierten Kreisen von Industrieverbänden, Herstellern und Messinstituten 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 internationale Norm zur Ermittlung der Emissionen von Bauprodukten veröffentlicht [DIN EN 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. In der Technischen Spezifikation DIN CEN/TS 16516:2013, werden die Prüfbedingungen weiter präzisiert, um die Zuverlässigkeit und Vergleichspräzision der Messung zu erhöhen. Um eine VOC-Prüfung nach AgBB-Anforderungen durchzuführen, muss bei Verwendung der DIN CEN/TS 16516:2013 die Bestimmung der gesamten flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) nach Anhang H der Technischen Spezifikation erfolgen.

4.2 Expositionsszenarien

Grundlage für die gesundheitliche Bewertung eines Bauproduktes sind die durch dieses Produkt bedingten Konzentrationen von flüchtigen organischen Verbindungen 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 Raumlüftungssituationen berücksichtigt werden. Das Verbindungsglied zwischen Produktemission und Raumlüftungskonzentration 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. Aus lufthygienischer Sicht ist 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]. 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 in allen Gebäuden – alt wie neu – aus raumlufthygienischer Sicht der anzustrebende Mindestluftwechsel. Mithin stellt dies auch für künftige Gebäude eine sachgerechte Berechnungsgrundlage für die Emissionsprüfungen in der Prüfkammer dar.

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

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 [h^{-1}] im betrachteten Raum und dem Verhältnis von eingesetzter Produktfläche F [m^2] und Raumvolumen V [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.

Damit die Messergebnisse aus einer Prüfkammer auf den Modellraum übertragbar sind, ist es bei einer Messung nach dem AgBB-Bewertungsschema erforderlich, eine Beladung für die Prüfkammer festzulegen, die die vorgesehene Verwendung des Produkts im Innenraum berücksichtigt. Für einzelne Standard-Verwendungen sind folgende standardisierte Beladungen vorgesehen:

- 1,0 m^2/m^3 für Wände;
- 0,4 m^2/m^3 für Boden oder Decke;
- 0,05 m^2/m^3 für kleine Oberflächen, z. B. eine Tür;
- 0,007 m^2/m^3 für sehr kleine Oberflächen, z. B. Dichtstoffe.

Für andere, von diesen Standard-Verwendungen abweichende Bauprodukte und Verwendungen ist eine möglichst repräsentative Beladung zu berechnen und der nächstliegende Standard-Beladungsfaktor zu verwenden. Wenn die vorgesehenen Gebrauchsbedingungen die Möglichkeit bedingen, dass ein Produkt an mehr als einer der oben angeführten Oberflächen verwendet wird, müssen die entsprechenden Flächen und Beladungsfaktoren aufsummiert werden. Für solche Verwendungen ergeben sich folgende standardisierte Beladungen:

- 0,8 m^2/m^3 für Boden und Decke;
- 1,4 m^2/m^3 für Wände und Decke oder Wände und Boden;
- 1,8 m^2/m^3 für Wände, Boden und Decke.

Die Beladung muss ausgewiesen werden.

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:

VVOC: alle Einzelstoffe im Retentionsbereich $< C_6$

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 $> C_{16} - C_{22}$

Σ 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 ist die Analytik auf einer Kapillarsäule, die mit 5 % Phenyl-/95 % Methyl-Polysiloxan belegt ist 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 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 [siehe auch Anhang H, CEN/TS 16516:2013].

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 einige Aldehyde der NIK-Werte-Liste Gruppe 7 mit der DNPH-Methode nach DIN ISO 16000-3 zu bestimmen (siehe Anmerkung III im Anhang).

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

4.3.1 Messung und Prüfung nach 3 Tagen:

- TVOC₃

Ein Produkt erfüllt die Kriterien, wenn der TVOC-Wert nach 3 Tagen (TVOC₃) ≤ 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 EU-Kategorie 1A und 1B wird erstmalig an dieser Stelle des Ablaufschemas untersucht. Stoffe mit mutagenen oder reproduktionstoxischen Eigenschaften sowie Stoffe mit möglicher kanzerogener Wirkung gemäß EU-Kategorie 2 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 1A und 1B 0,01 mg/m³ übersteigen.

Ausgenommen von dieser Regelung sind definierte, als kanzerogen 1A oder 1B eingestufte Stoffe, für die hinsichtlich des empfindlichsten Endpunktes ein Schwellenwert abgeleitet werden kann, bei dem kein krebserzeugendes Potential mehr anzunehmen ist und für die auf dieser Basis ein NIK-Wert abgeleitet und in Tabelle 1 genannt ist.

- 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:

- TVOC₂₈

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 TVOC₂₈-Wertes 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 TVOC₂₈-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.³

³ Emissionen schwerflüchtiger organischer Verbindungen mit einer Retentionszeit >C₁₆ (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-Probennahme und anschließender Thermodesorption bei Kammermessungen zunehmend Schwierigkeiten auftreten.

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 TVOC₂₈-Konzentration von $1,0 \text{ mg/m}^3$. Höhere Konzentrationen führen zur Ablehnung.

In Einzelfällen sind für SVOC NIK-Werte abgeleitet. Die SVOC, für die NIK-Werte festgelegt wurden, sind in die R-Wertbildung rechnerisch einzubeziehen und unterliegen nicht mehr dem Summenwert SVOC von $0,1 \text{ mg/m}^3$ nach 28 Tagen. Die Summe aus TVOC und der Summe der einzelnen SVOC mit NIK-Wert darf nach 28 Tagen die Konzentration von $1,0 \text{ mg/m}^3$ nicht überschreiten.

- Leicht flüchtige organische Verbindungen (VVOC)

Produkte, die zwar die vorgegebenen Kriterien hinsichtlich der Emissionen von VOC einhalten, dafür aber verstärkt Emissionen von VVOC aufweisen, sollen hinsichtlich der gesundheitlichen Bewertung nicht begünstigt werden. Für diese Anforderungen müssen zusätzlich auch die VVOC-Konzentrationen in der Kammerluft berücksichtigt werden (siehe Anmerkung III im Anhang).

In Einzelfällen sind für VVOC NIK-Werte abgeleitet. Die VVOC, für die NIK-Werte festgelegt wurden, sind in die R-Wertbildung rechnerisch einzubeziehen, werden aber nicht in der Bildung des TVOC-Wertes berücksichtigt.

- Kanzerogene Stoffe

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

Ausgenommen von dieser Regelung sind definierte, als kanzerogen 1A oder 1B eingestufte Stoffe, für die hinsichtlich des empfindlichsten Endpunktes ein Schwellenwert abgeleitet werden kann, bei dem kein krebserzeugendes Potential mehr anzunehmen ist und für die auf dieser Basis ein NIK-Wert abgeleitet und in Tabelle 1 genannt ist. Diese Stoffe werden in gleicher Weise wie andere VOC-Stoffe mit NIK-Werten behandelt (siehe Einzelstoffbewertung).

- 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 (DIN ISO 16000-28 Ziffer 10.3) ermittelt. Die Messung der Hedonik erfolgt gemäß VDI 4302 Blatt 1 durch dasselbe Panel.

- Einzelstoffbewertung

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

a) VVOC, VOC und SVOC mit Bewertungsmaßstäben nach NIK

Für eine Vielzahl von innenraumrelevanten flüchtigen organischen Verbindungen 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 $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 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 Mengengrenzung 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 $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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.

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/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-zur-gesundheitlichen-bewertung-von>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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.

Bauproduktenverordnung: Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates, ABl. L 088, 4.4.2011, p.5 (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32011R0305>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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 40(8): 779-789, DOI: 10.1002/clean.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.

(https://www.dibt.de/de/Fachbereiche/Referat_II4.html, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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

DIN CEN/TS 16516 (2013). Bauprodukte - Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen - Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft. (CEN/TS 16516:2013)

DIN ISO 16000-3 (2013). Innenraumluftverunreinigungen - Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen in der Innenraumluft und in Prüfkammern - Probenahme mit einer Pumpe. (ISO 16000-3:2011)

DIN ISO 16000-6 (2012). Innenraumluftverunreinigungen - Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf Tenax TA®, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS oder MS-FID. (ISO 16000-6:2011)

DIN EN ISO 16000-9 (2008). Innenraumluftverunreinigungen - Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen - Emissionsprüfkammer-Verfahren. (EN ISO 16000-9:2006)

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

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

DIN ISO 16000-28 (2012). Innenraumluftverunreinigungen - Teil 28: Bestimmung der Geruchsstoffemissionen aus Bauprodukten mit einer Emissionsprüfkammer. (ISO 16000-28:2012)

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, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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, zuletzt aufgerufen am 2.02.2015).

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, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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/11111111/25669>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

ECA (2013) (European Collaborative Action - Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure): Harmonisation framework for health based evaluation of indoor emissions from construction products in the European Union using the EU-LCI concept. Report No. 29 EUR 26168 EN, European Commission, Joint Research Center, Institute for Health & Consumer Protection, (<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC83683>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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.

MBO (Musterbauordnung, Fassung 2002, geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 21.09.2012). Musterbauordnung der Bauministerkonferenz - Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU). (<http://www.bauministerkonferenz.de/verzeichnis.aspx?id=991&o=75909860991>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

Pech, A., Wilke, O. et al. (2013). Development of a TDS-GC-FID method for the determination of methanol and ethanol in air. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 73(11-12): 477-482.

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.

Salthammer, T. (2014). Very volatile organic compounds: an understudied class of indoor air pollutants. Indoor Air online, DOI: 10.1111/ina.12173.

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

Tagungsbände zu Fachgesprächen 2001 und 2004 und zu internationaler Fachtagung 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/service/termine/agbb-fachgesprach-zur-emissionsmessung-von>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15)

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.de/service/termine/agbb-fachgesprach-bewertungsschema-2002-bis-2004>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15)

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

(<http://www.umweltbundesamt.de/service/termine/konferenz-construction-products-indoor-air-quality>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15)

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.

(<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umwelt-gesundheitsanforderungen-an-bauprodukte>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15)

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. (<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4121.html>, zuletzt aufgerufen am 2.02.2015)

VDI 4302 Blatt 1 (2012, Entwurf). Geruchsprüfung von Innenraumlufte und Emissionen aus Innenraummaterialien – Grundlagen.

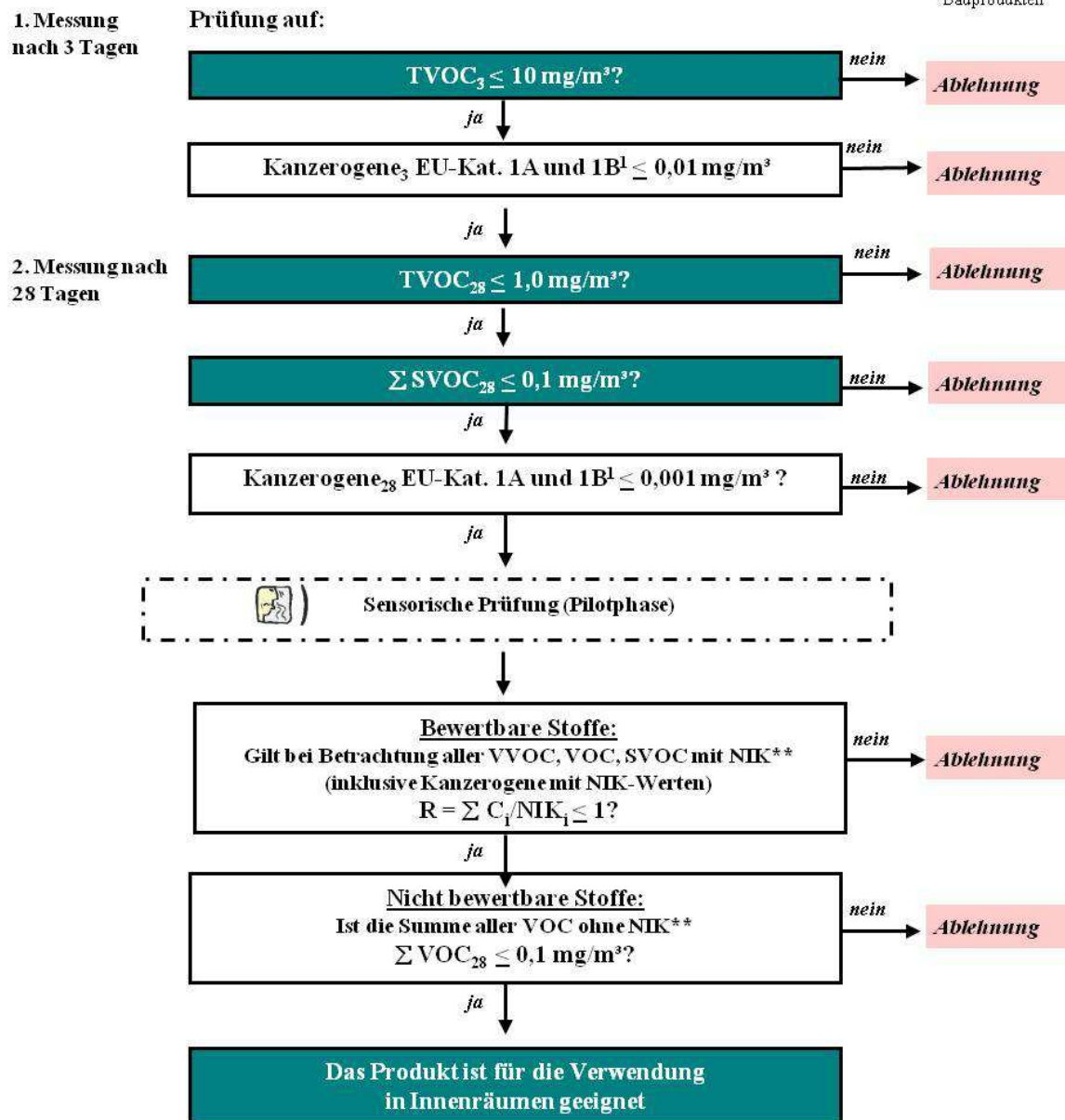
Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (ABl. L 353 31.12.2008 S.1, ber. ABl. L 16 S.1-6); zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1297/2014 der Kommission (ABl. L 350 6.12.2014 S.1-3) (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1272-20131201&from=DE> (konsolidierte Fassung inkl. 4. ATP, Stand 1.12.2013), Änderungen der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 siehe http://www.reachhelpdesk.at/ms/reachhelpdesk_home/reachhelpdesk_home/reach_clp_rechtstexte/clp_rechtstexte/#c224253 zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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.



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



siehe Erläuterungen im Text

UBA II 1.3
 AgBB 2015

* VVOC: Retentionsbereich < C6, VOC, TVOC: Retentionsbereich C6 – C16
 SVOC: Retentionsbereich > C16 – C22
 Emissionskammerprüfung nach DIN EN ISO 16000-9 bis 11 ergänzt durch CEN/TS 16516:2013
 ** NIK: Niedrigste interessierende Konzentration, engl. LCI
 1 Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anh. VI Tab. 3.1, siehe Erläuterungen im Text

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, engl. LCI - Lowest Concentration of Interest). Bei der Ableitung von NIK-Werten hat sich eine Arbeitsgruppe des AgBB – erweitert um Fachleute der Herstellerseite – in Anlehnung an den ECA-Bericht 18 [ECA, 1997a] bislang vor allem an gesundheitsbasierten Stoffbeurteilungen für den Arbeitsplatz orientiert.

Die Kriterien zur Ableitung von europäischen NIK-Werten (EU-LCI) sind aufwendiger gefasst und nachvollziehbar begründet. Sie erfordern eine aktuelle, umfassende Einbeziehung der wissenschaftlichen Originalliteratur. Die Auswahl der Referenzstudie wird begründet und die angewendeten Sicherheitsfaktoren in Anlehnung an die Leitlinien der europäischen Chemikalienbehörde ECHA dokumentiert [ECA 2013; Däumling und Scutaru, 2013]. Zur Unterstützung der Harmonisierung der gesundheitlichen Bewertung von Bauproduktmissionen in Europa sollen die publizierten EU-LCI-Werte bei der Aktualisierung der NIK-Liste übernommen werden.

NIK-Werte dienen ausschließlich der Beurteilung der Emission aus Bauprodukten auf der Basis von Prüfkammernmessungen. Im Hinblick auf das von Bauprodukten in Innenräumen erzeugte Vielstoffgemisch stellen die NIK-Werte 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

Das Ableitungsverfahren der EU-LCI-Arbeitsgruppe ist im ECA-Report 29 detailliert beschrieben. Das Verfahren und die publizierten EU-LCI-Werte sollen als NIK-Werte sukzessive übernommen werden.

Falls für neu zu bewertende Stoffe noch keine entsprechenden Werte vorliegen, besteht die Möglichkeit, vorläufige NIK-Werte auf Basis des EU-LCI-Ableitungsschemas festzulegen. Abweichungen werden begründet.

Bis zum vollständigen Vorliegen der Stoffliste mit Bewertungen nach dem EU-LCI-Procedere sind in der NIK-Liste weiterhin Werte enthalten, die sich auf stoffbezogene Beurteilungswerte für den Arbeitsplatz beziehen. 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,
- DNEL (Derived No-Effect Level) für die inhalative Exposition von Arbeitnehmern nach der REACH-Verordnung,
- TLV[®]-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 2 ist ein zusätzlicher Faktor von 10 in Betracht zu ziehen. Reproduktionstoxische und mutagene Stoffe werden hinsichtlich eines zusätzlichen Faktors einer Einzelstoffbetrachtung unterzogen. Für definierte kanzerogene Substanzen, für deren kanzerogene Wirkung eine Wirkungsschwelle angenommen werden kann, die oberhalb der Wirkungsschwelle für nichtkanzerogene Endpunkte liegt, können NIK-Werte nach den hier angegebenen Kriterien abgeleitet werden. Für alle übrigen Substanzen mit erwiesenen kanzerogenen Eigenschaften der EU-Kategorie 1A und 1B werden keine NIK-Werte abgeleitet, sondern sie werden im AgBB-Schema separat reguliert (siehe Abb. 1).

Weiterhin können in der NIK-Liste NIK-Werte enthalten sein, die sich in begründeten Einzelfällen auch auf die:

- Innenraumluftrichtwerte der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden (zukünftig Ausschuss für Innenraumrichtwerte),
- 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 beziehen.

Lässt sich ein NIK-Wert für einen Stoff nicht auf der Grundlage solcher Werte ableiten, wird geprüft, ob eine Einzelstoffbetrachtung auf der Basis einer Zuordnung zu einer Stoffklasse mit ähnlicher chemischer Struktur und vergleichbarer toxikologischer Einschätzung durchgeführt werden kann. Dieses „Read across“-Verfahren entspricht der Vorgehensweise nach ECA-Report 29 [ECA 2013].

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 veröffentlicht⁴ und ist zusammen mit kurzen Hinweisen zu ihrer Ableitung in Tabelle 1 abgedruckt. Des Weiteren wird unter der gleichen Internetadresse⁴ eine NIK-Bearbeitungsliste mit den zurzeit diskutierten oder bereits beschlossenen Änderungen vor der nächsten Aktualisierung zur Kenntnis gegeben. Die EU-LCI-Liste samt Grundlagendokumenten und eine Liste der EU-LCI-Arbeitsgruppenmitglieder ist im Internet unter www.eu-lci.org einsehbar.

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 von der Internetseite des Umweltbundesamtes⁴ heruntergeladen werden.

Literatur:

Däumling, Ch., Scutaru, A.M. (2013). Challenges in Harmonizing the Evaluation of Building Product Emissions in Europe. Conference Environment and Health – Bridging South, North, East and West, Conference of ISEE, ISES and ISIAQ, 19.-23.08.2013, Basel, Poster P-2-08-05. (<http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluft/stoffe-aus-bauprodukten/harmonisierung-der-gesundheitlichen-bewertung-nik>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15)

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, zuletzt aufgerufen am 2.02.2015).

ECA (2013) (European Collaborative Action - Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure): Harmonisation framework for health based evaluation of indoor emissions from construction products in the European Union using the EU-LCI concept. Report No. 29 EUR 26168 EN, European Commission, Joint Research Center, Institute for Health & Consumer Protection, (<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC83683>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

⁴ <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-zur-gesundheitlichen-bewertung-von>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15

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/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:01991L0322-20060301&from=DE>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0039-20100108&from=DE>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0015&from=DE>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0161&from=DE>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

TRGS 900: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz, „Arbeitsplatzgrenzwerte“, Ausgabe Januar 2006, zuletzt geändert und ergänzt Oktober 2014 (GMBI Nr. 64 S.1312-1313, ber. GMBI Nr. 74 S.1545)

(<http://www.baua.de/cae/servlet/contentblob/666762/publicationFile/55576/TRGS-900.pdf>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

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. 1297/2014 der Kommission (ABl. L 350 6.12.2014 S.1-3)

(<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1272-20131201&from=DE> (konsolidierte Fassung inkl. 4. ATP, Stand 1.12.2013), Änderungen der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 siehe http://www.reachhelpdesk.at/ms/reachhelpdesk_home/reachhelpdesk_home/reach_clp_rechtstexte/clp_rechtstexte/#c224253 zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

AIHA (American Industrial Hygiene Association) (2011). Workplace environmental exposure level guides. (<http://www.tera.org/OARS/WEEL.html>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) (2014). MAK- und BAT-Werte-Liste 2014. (<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9783527682010>, zuletzt aufgerufen am 2.02.15).

Tabelle 1

NIK-Werte-Liste

Redaktionsschluss Dezember 2014

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m ³]	Bemerkungen
1	Aromatische Kohlenwasserstoffe			
1-1*	Toluol	108-88-3	2.900	Übernahme EU-LCI-Wert
1-2*	Ethylbenzol	100-41-4	850	Übernahme EU-LCI-Wert
1-3*	Xylol, Gemisch aus den Isomeren o-, m- und p-Xylol	1330-20-7	500	Übernahme EU-LCI-Wert
1-4*	p-Xylol	106-42-3	500	Übernahme EU-LCI-Wert
1-5*	m-Xylol	108-38-3	500	Übernahme EU-LCI-Wert
1-6*	o-Xylol	95-47-6	500	Übernahme EU-LCI-Wert
1-7*	Isopropylbenzol	98-82-8	500	MAK: 50.000 µg/m ³
1-8*	n-Propylbenzol	103-65-1	950	Übernahme EU-LCI-Wert
1-9	1-Propenylbenzol (β-Methylstyrol)	637-50-3	2.400	Read across von α-Methylstyrol
1-10*	1,3,5-Trimethylbenzol	108-67-8	450	Übernahme EU-LCI-Wert
1-11*	1,2,4-Trimethylbenzol	95-63-6	450	Übernahme EU-LCI-Wert
1-12*	1,2,3-Trimethylbenzol	526-73-8	450	Übernahme EU-LCI-Wert
1-13*	2-Ethyltoluol	611-14-3	550	Übernahme EU-LCI-Wert
1-14*	1-Isopropyl-2-methylbenzol (o-Cymol)	527-84-4	1000	Übernahme EU-LCI-Wert
1-15*	1-Isopropyl-3-methylbenzol (m-Cymol)	535-77-3	1.000	Übernahme EU-LCI-Wert
1-16*	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	1.000	Übernahme EU-LCI-Wert
1-17*	1,2,4,5-Tetramethylbenzol	95-93-2	500	Übernahme EU-LCI-Wert
1-18*	n-Butylbenzol	104-51-8	1.100	Übernahme EU-LCI-Wert
1-19*	1,3-Diisopropylbenzol	99-62-7	750	Übernahme EU-LCI-Wert
1-20*	1,4-Diisopropylbenzol	100-18-5	750	Übernahme EU-LCI-Wert
1-21*	Phenyltoluol und Isomere	2189-60-8	1.100	Übernahme EU-LCI-Wert
1-22*	1-Phenyldecan und Isomere	104-72-3	1.100	Read across von Ethylbenzol
1-23*	1-Phenylundecan und Isomere	6742-54-7	1.100	Read across von Ethylbenzol
1-24*	4-Phenylcyclohexen (4-PCH)	4994-16-5	300	Read across von Styrol
1-25*	Styrol	100-42-5	250	Übernahme EU-LCI-Wert
1-26*	Phenylacetylen	536-74-3	200	Read across von Styrol
1-27	2-Phenylpropen (α-Methylstyrol)	98-83-9	2.500	EU-OEL: 246.000 µg/m ³
1-28	Vinyltoluol (alle Isomeren: o-, m-, p-Methylstyrole)	25013-15-4	4.900	AGW: 490.000 µg/m ³
1-29*	Andere Alkylbenzole, sofern Einzelisomere nicht anders zu bewerten sind		450	Read across von Trimethylbenzol
1-30	Naphthalin	91-20-3	5	AGW: 500 µg/m ³
1-31*	Inden	95-13-6	450	Übernahme EU-LCI-Wert
2	Aliphatische Kohlenwasserstoffe (n-, iso- und cyclo-)			
2-1	3-Methylpentan	96-14-0		VVOC
2-2	n-Hexan	110-54-3	72	EU-OEL: 72.000 µg/m ³
2-3*	Cyclohexan	110-82-7	6.000	Übernahme EU-LCI-Wert
2-4*	Methylcyclohexan	108-87-2	8.100	Übernahme EU-LCI-Wert
2-5	-			1)

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	Bemerkungen
2-6	-			1)
2-7	-			1)
2-8	n-Heptan	142-82-5	21.000	EU-OEL: 2.085.000 µg/m³
2-9	Andere gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe C6 bis C8		15.000	AGW: 1.500.000 µg/m³
2-10*	Andere gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe C9 bis C16		6.000	Übernahme EU-LCI-Wert
2-11*	Andere gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe C17 bis C22		1.000	SVOC Einzelstoffbetrachtung
3	Terpene			
3-1*	3-Caren	498-15-7	1.500	Übernahme EU-LCI-Wert
3-2*	α-Pinen	80-56-8	2.500	Übernahme EU-LCI-Wert
3-3*	β-Pinen	127-91-3	1.400	Übernahme EU-LCI-Wert
3-4*	Limonen	138-86-3	5.000	Übernahme EU-LCI-Wert
3-5*	Terpene, sonstige		1.400	Übernahme EU-LCI-Wert (zur Gruppe gehören alle Monoterpene und Sesquiterpene und deren Sauerstoffderivate)
4*	Aliphatische mono Alkohole (n-, iso- und cyclo-) und Dialkohole			
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	620	Übernahme EU-LCI-Wert
4-5	2-Methyl-1-propanol	78-83-1	3.100	AGW: 310.000 µg/m³
4-6*	1-Butanol	71-36-3	3.000	Übernahme EU-LCI-Wert
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	Übernahme EU-LCI-Wert
4-8*	1-Hexanol	111-27-3	2.100	Übernahme EU-LCI-Wert
4-9*	Cyclohexanol	108-93-0	2.000	Übernahme EU-LCI-Wert
4-10*	2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	300	Übernahme EU-LCI-Wert
4-11	1-Octanol	111-87-5	500	Einzelstoffbetrachtung
4-12*	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on (Diäctonalkohol)	123-42-2	960	Übernahme EU-LCI-Wert
4-13	Andere C4-C10 gesättigte n- und iso- Alkohole		500	Read across von 1-Octanol, ausgenommen sind die cyclischen Verbindungen
4-14	Andere C11-C13 gesättigte n- und iso-Alkohole		500	Read across von 1-Octanol, ausgenommen sind die cyclischen Verbindungen
4-15*	1,4-Cyclohexandimethanol	105-08-8	1.600	Einzelstoffbetrachtung
5	Aromatische Alkohole (Phenole)			
5-1	Phenol	108-95-2	10	Einzelstoffbetrachtung
5-2*	BHT (2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol)	128-37-0	100	Übernahme EU-LCI-Wert

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	Bemerkungen
5-3*	Benzylalkohol	100-51-6	440	Übernahme EU-LCI-Wert
6	Glykole, Glykolether, Glykolester			
6-1	Propylenglykol (1,2-Dihydroxypropan)	57-55-6	2.500	Einzelstoffbetrachtung
6-2	Ethylenglykol (Ethandiol)	107-21-1	260	AGW: 26.000 µg/m³
6-3*	Ethylenglykolmonobutylether	111-76-2	1.100	Übernahme EU-LCI-Wert
6-4*	Diethylenglykol	111-46-6	440	Übernahme EU-LCI-Wert
6-5*	Diethylenglykolmonobutylether	112-34-5	670	Übernahme EU-LCI-Wert
6-6*	2-Phenoxyethanol	122-99-6	1.100	Übernahme EU-LCI-Wert
6-7	Ethylencarbonat	96-49-1	370	Read across von Ethylenglykol
6-8	1-Methoxy-2-propanol	107-98-2	3.700	AGW: 370.000 µg/m³
6-9*	2,2,4-Trimethyl-1,3-pentandiolmonoisobutyrat	25265-77-4	600	Übernahme EU-LCI-Wert
6-10	Glykolsäurebutylester (Hydroxyessigsäurebutylester)	7397-62-8	550	Read across von Ethylenglykol
6-11*	Butyldiglykolacetat (Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)acetat, BDGA)	124-17-4	850	Übernahme EU-LCI-Wert
6-12*	Dipropylenglykolmono-methylether	34590-94-8	3.100	Übernahme EU-LCI-Wert
6-13	2-Methoxyethanol	109-86-4	3 [#]	EU-OEL: 3.110 µg/m³
6-14	2-Ethoxyethanol	110-80-5	8	EU-OEL: 8.000 µg/m³
6-15*	2-Propoxyethanol	2807-30-9	860	Übernahme EU-LCI-Wert
6-16*	2-Methylethoxyethanol	109-59-1	220	Übernahme EU-LCI-Wert
6-17*	2-Hexoxyethanol	112-25-4	1.400	Read across von Ethylenglykolmonobutylether
6-18	1,2-Dimethoxyethan	110-71-4	4 [#]	Read across von 2-Methoxy-ethanol
6-19	1,2-Diethoxyethan	629-14-1	10	Read across von 2-Ethoxyethanol
6-20	2-Methoxyethylacetat	110-49-6	5	AGW: 4.900 µg/m³
6-21	2-Ethoxyethylacetat	111-15-9	11	EU-OEL: 11.000 µg/m³
6-22	2-Butoxyethylacetat	112-07-2	1.300	AGW: 130.000 µg/m³
6-23	2-(2-Hexoxyethoxy)-ethanol	112-59-4	740	Read across von Diethylenglykolmonobutylether
6-24*	1-Methoxy-2-(2-methoxyethoxy)-ethan	111-96-6	28	Übernahme EU-LCI-Wert
6-25*	2-Methoxy-1-propanol	1589-47-5	19	Übernahme EU-LCI-Wert
6-26*	2-Methoxy-1-propylacetat	70657-70-4	28	Übernahme EU-LCI-Wert
6-27	Propylenglykoldiacetat	623-84-7	5.300	Read across von Propylenglykol
6-28*	Dipropylenglykol	110-98-5 25265-71-8	670	Übernahme EU-LCI-Wert
6-29	Dipropylenglykolmonomethyletheracetat	88917-22-0	3.900	Read across von Dipropylenglykolmonomethylether
6-30	Dipropylenglykolmono-n-propylether	29911-27-1	740	Read across von Diethylenglykolmonobutylether
6-31	Dipropylenglykolmono-n-butylether	29911-28-2 35884-42-5	810	Read across von Diethylenglykolmonobutylether
6-32	Dipropylenglykolmono-t-butylether	132739-31-2 (Gemisch)	810	Read across von Diethylenglykolmonobutylether
6-33*	1,4-Butandiol	110-63-4	2.000	Übernahme EU-LCI-Wert
6-34	Tripropylenglykolmonomethylether	20324-33-8 25498-49-1	2.000	Einzelstoffbetrachtung

[#] 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]	Bemerkungen
6-35	Triethylenglykoldimethylether	112-49-2	7	Read across von 2-Methoxy-ethanol
6-36	1,2-Propylenglykol-dimethylether	7778-85-0	25	Read across von 2-Methoxy-1-propanol
6-37*	2,2,4-Trimethylpentandiol-1,3-diisobutytrat	6846-50-0	450	Übernahme EU-LCI-Wert
6-38*	Ethylidiglykol	111-90-0	350	Übernahme EU-LCI-Wert
6-39*	Dipropylenglykoldimethylether	63019-84-1 89399-28-0 111109-77-4	1.300	Übernahme EU-LCI-Wert
6-40	Propylencarbonat	108-32-7	250	Einzelstoffbetrachtung
6-41	Hexylenglykol (2-Methyl-2,4-pentandiol)	107-41-5	490	MAK: 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	Read across von 2-Phenoxyethanol
6-46	Neopentylglykol (2,2-Dimethylpropan-1,3-diol)	126-30-7	1.000	Einzelstoffbetrachtung
7	Aldehyde			
7-1*	Butanal	123-72-8	650	VVOC Übernahme EU-LCI-Wert
7-2*	Pentanal	110-62-3	800	Übernahme EU-LCI-Wert
7-3*	Hexanal	66-25-1	900	Übernahme EU-LCI-Wert
7-4*	Heptanal	111-71-7	900	Übernahme EU-LCI-Wert
7-5*	2-Ethylhexanal	123-05-7	900	Übernahme EU-LCI-Wert
7-6*	Octanal	124-13-0	900	Übernahme EU-LCI-Wert
7-7*	Nonanal	124-19-6	900	Übernahme EU-LCI-Wert
7-8*	Decanal	112-31-2	900	Übernahme EU-LCI-Wert
7-9	2-Butenal (Crotonaldehyd, cis-trans-Gemisch)	4170-30-3 123-73-9 15798-64-8	1[#]	Einzelstoffbetrachtung
7-10	2-Pentenal	1576-87-0 764-39-6 31424-04-1	12	Read across von 2-Butenal, aber keine EU-Mutagenitätseinstufung
7-11	2-Hexenal	16635-54-4 6728-26-3 505-57-7 1335-39-3	14	Read across von 2-Pentenal
7-12	2-Heptenal	2463-63-0 18829-55-5 29381-66-6	16	Read across von 2-Pentenal
7-13	2-Octenal	2363-89-5 25447-69-2 20664-46-4 2548-87-0	18	Read across von 2-Pentenal
7-14	2-Nonenal	2463-53-8 30551-15-6 18829-56-6 60784-31-8	20	Read across von 2-Pentenal
7-15	2-Decenal	3913-71-1 2497-25-8	22	Read across von 2-Pentenal

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	Bemerkungen
		3913-81-3		
7-16	2-Undecenal	2463-77-6 53448-07-0	24	Read across von 2-Pentenal
7-17	Furfural	98-01-1	20	Einzelstoffbetrachtung
7-18	Glutaraldehyd	111-30-8	2 [#]	AGW: 200 µg/m³
7-19	Benzaldehyd	100-52-7	90	WEEL (AIHA): 8.800 µg/m³
7-20*	Acetaldehyd	75-07-0	1.200	VVOC Übernahme EU-LCI-Wert
7-21	Propanal	123-38-6		VVOC
7-22*	Formaldehyd	50-00-0	100	VVOC Einzelstoffbetrachtung
8	Ketone			
8-1*	Ethylmethylketon	78-93-3	5.000	Übernahme EU-LCI-Wert
8-2*	3-Methyl-2-butanon	563-80-4	7.000	Übernahme EU-LCI-Wert
8-3	Methylisobutylketon	108-10-1	830	AGW: 83.000 µg/m³
8-4*	Cyclopentanon	120-92-3	900	Übernahme EU-LCI-Wert
8-5*	Cyclohexanon	108-94-1	410	Übernahme EU-LCI-Wert
8-6	2-Methylcyclopentanon	1120-72-5	1.000	Read across von Cyclopentanon
8-7*	2-Methylcyclohexanon	583-60-8	2.300	Übernahme EU-LCI-Wert
8-8*	Acetophenon	98-86-2	490	Übernahme EU-LCI-Wert
8-9	1-Hydroxyaceton (1-Hydroxy-2-propanon)	116-09-6	2.400	Read across von Propylenglykol
8-10*	Aceton	67-64-1	1.200	VVOC AGW: 1.200.000 µg/m³
9	Säuren			
9-1	Essigsäure	64-19-7	1.250	Einzelstoffbetrachtung
9-2*	Propionsäure	79-09-4	310	Übernahme EU-LCI-Wert
9-3	Isobuttersäure	79-31-2	370	Read across von Propionsäure
9-4	Buttersäure	107-92-6	370	Read across von Propionsäure
9-5	Pivalinsäure	75-98-9	420	Read across von Propionsäure
9-6	n-Valeriansäure	109-52-4	420	Read across von Propionsäure
9-7	n-Caprinsäure	142-62-1	490	Read across von Propionsäure
9-8	n-Heptansäure	111-14-8	550	Read across von Propionsäure
9-9	n-Octansäure	124-07-2	600	Read across von Propionsäure
9-10*	2-Ethylhexansäure	149-57-5	150	Übernahme EU-LCI-Wert
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
10-4*	Isopropylacetat	108-21-4	4.200	Übernahme EU-LCI-Wert
10-5*	Propylacetat	109-60-4	4.200	Übernahme EU-LCI-Wert
10-6*	2-Methoxy-1-methylethylacetat	108-65-6	2.700	Übernahme EU-LCI-Wert
10-7	n-Butylformiat	592-84-7	2.000	Read across von Methylformiat (AGW: 120.000 µg/m³)
10-8	Methylmethacrylat	80-62-6	2.100	AGW: 210.000 µg/m³
10-9	Andere Methacrylate		2.100	Read across von Methyl- methacrylat
10-10*	Isobutylacetat	110-19-0	4.800	Übernahme EU-LCI-Wert
10-11*	1-Butylacetat	123-86-4	4.800	Übernahme EU-LCI-Wert
10-12*	2-Ethylhexylacetat	103-09-3	350	Read across von 2-Ethyl-1-hexanol

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	Bemerkungen
10-13*	Methylacrylat	96-33-3	180	Übernahme EU-LCI-Wert
10-14*	Ethylacrylat	140-88-5	210	Übernahme EU-LCI-Wert
10-15*	n-Butylacrylat	141-32-2	110	Übernahme EU-LCI-Wert
10-16*	2-Ethylhexylacrylat	103-11-7	380	Übernahme EU-LCI-Wert
10-17*	Andere Acrylate (Acrylsäureester)		110	Übernahme EU-LCI-Wert
10-18*	Adipinsäuredimethylester	627-93-0	50	Übernahme EU-LCI-Wert
10-19*	Fumarsäuredibutylester	105-75-9	50	Übernahme EU-LCI-Wert
10-20*	Bernsteinsäuredimethylester	106-65-0	50	Übernahme EU-LCI-Wert
10-21*	Glutarsäuredimethylester	1119-40-0	50	Übernahme EU-LCI-Wert
10-22*	Hexandioldiacrylat	13048-33-4	10	Übernahme EU-LCI-Wert
10-23*	Maleinsäuredibutylester	105-76-0	50	Übernahme EU-LCI-Wert
10-24	Butyrolacton	96-48-0	2.700	Einzelstoffbetrachtung
10-25	Glutarsäurediisobutylester	71195-64-7	100	Einzelstoffbetrachtung
10-26	Bernsteinsäurediisobutylester	925-06-4	100	Einzelstoffbetrachtung
11	Chlorierte Kohlenwasserstoffe			
	Derzeit nicht belegt			
12	Andere			
12-1	1,4-Dioxan	123-91-1	73	AGW: 73.000 µg/m³
12-2*	Caprolactam	105-60-2	300	Übernahme EU-LCI-Wert
12-3	N-Methyl-2-pyrrolidon	872-50-4	400	EU-OEL: 40.000 µg/m³
12-4*	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	1.200	Übernahme EU-LCI-Wert
12-5*	Methenamin, Hexamethylenetetramin (Formaldehydabspalter)	100-97-0	30	Übernahme EU-LCI-Wert
12-6	2-Butanonoxim	96-29-7	20	Einzelstoffbetrachtung
12-7	Tributylphosphat	126-73-8		SVOC
12-8	Triethylphosphat	78-40-0	75	Read across von Tributylphosphat (MAK: 11.000 µg/m³)
12-9*	5-Chlor-2-methyl-4-isothiazolin- 3-on (CIT)	26172-55-4	1[#]	Übernahme EU-LCI-Wert
12-10*	2-Methyl-4-isothiazolin-3-on (MIT)	2682-20-4	100	Übernahme EU-LCI-Wert
12-11	Triethylamin	121-44-8	42	AGW: 4.200 µg/m³
12-12	Decamethylcyclopentasiloxan (D5)	541-02-6	1.500	Read across von Octamethyl- cyclotetrasiloxan
12-13	Dodecamethylcyclohexasiloxan (D6)	540-97-6	1.200	Read across von Octamethyl- cyclotetrasiloxan
12-14	Tetrahydrofuran	109-99-9	1.500	AGW: 150.000 µg/m³
12-15	Dimethylformamid	68-12-2	15	AGW: 15.000 µg/m³
12-16*	Tetradecamethylcyclohepta- siloxan (D7)	107-50-6	1.200	Read across von Octamethyl- cyclotetrasiloxan
12-17*	N-Ethyl-2-pyrrolidon	2687-91-4	430	Einzelstoffbetrachtung

* Neuaufnahme / Änderungen 2015

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

VVOC leicht flüchtige organische Verbindungen (englisch, very volatile organic compounds)

SVOC schwerflüchtige organische Verbindungen (englisch, semi volatile organic compounds)

1) Um die Kompatibilität zur Auswertungsmaske 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):

Folgende Links führen zu Listen von Stoffen, die gemäß EU-Verordnung 1272/2008 als Kanzerogene der Kategorie 1A und 1B eingestuft sind 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>
- ECHA, Europäische Chemikalienagentur
<http://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

II) Auswertung:

Zur Erfassung der Emissionsdaten und Berechnung des Prüfergebnisses ist eine ‚Auswertungssoftware‘ (ADAM, AgBB-DIBt-Auswerte-Maske) entwickelt worden, die beim DIBt bezogen werden kann (Bezugsquelle: DIBt, 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 einiger gesättigter und ungesättigter Aldehyde der NIK-Liste Gruppe 7 ist im interessierenden Konzentrationsbereich mit Problemen behaftet. So ist für Butenal und Glutaraldehyd bei dem GC/MS-Verfahren mit Tenax-Thermodesorption (DIN ISO 16000-6) das Verhältnis von Bestimmungsgrenze zu NIK-Wert sehr gering; bzw. für Butenal für eine quantitative Erfassung nur bedingt geeignet. Daher sind Butenal und Glutaraldehyd mittels DNPH-Methode mit HPLC-Analyse (DIN ISO 16000-3) zu bestimmen, die Bestimmungsgrenzen liegen um 2 µg/m³.

Durch den Einsatz der DNPH-Methode werden zusätzlich zu den Aldehyden, die in die Klasse der VOC fallen, auch einige leicht flüchtige VOC (VVOC) wie Formaldehyd, Acetaldehyd, Butanal und Aceton quantitativ erfasst.

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 15.000 µg/m³ und für aliphatische KW mit der gleichen oder einer größeren Retentionszeit wie n-Nonan gilt der NIK-Wert 6.000 µg/m³.

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