

**Ausschuss zur gesundheitlichen
Bewertung von Bauprodukten**

AgBB – August 2018



Aktualisierte NIK-Werte-Liste 2018 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.

**Anforderungen an die Innenraumluftqualität in Gebäuden:
Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen
organischen Verbindungen
(VVOOC, VOC und SVOC) aus Bauprodukten**

1. Einleitung

Die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen werden beim Aufenthalt in Innenräumen von Gebäuden 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 2015) erfolgen, müssen gleichzeitig gewährleisten, dass 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.

Gesunde Innenraumluft als baurechtliches Schutzziel

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, 2016]). 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).

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, die in Form von „wesentlichen Merkmalen“ der darin eingebrachten Bauprodukte sicher zu stellen sind. Die europäischen Mitgliedstaaten dürfen in ihren nationalen Regelungen fordern, dass die Gesundheit der Raumnutzer nicht gefährdet wird. Die wesentlichen Merkmale von Bauprodukten sind in der Leistungserklärung auszuweisen. Vor der Verwendung in Innenräumen ist zu prüfen, ob die geltenden Anforderungsniveaus in Deutschland erfüllt werden [MBO, 2016; MVV TB, 2017]. In diesem Zusammenhang ist die Vermeidung und Begrenzung von Schadstoffen in Innenräumen, z.B. von flüchtigen organischen Verbindungen ausdrücklich abgedeckt [Anhang I, Bauproduktenverordnung, 2011].

Die Europäische Kommission hatte die unzureichende Umsetzung der Anforderungen an den Gesundheitsschutz auf Bauproduktebene erkannt und bereits 2005 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 und bei der Europäischen Technischen Bewertung bilden. Als Ergebnis der Normungsarbeit ist die DIN EN 16516:2018-01: Bauprodukte - Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen - Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft erschienen. Diese wird auch in den nationalen bauaufsichtlichen Nachweisverfahren für die Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen verwendet.

Aufgaben des AgBB zur Sicherung einer gesundheitlich unbedenklichen Innenraumluftqualität in baulichen Anlagen

Der Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB)² hat von der Gesundheits- und Bauministerkonferenz den Auftrag erhalten, die Grundlage für baurechtliche Regeln zum Schutz vor gesundheitlichen Belastungen in Innenräumen zu erarbeiten. Der AgBB sieht es als eine seiner wichtigsten Aufgaben an, die Grundlagen für eine einheitliche

¹ Mandate M/366 “Development of horizontal standardised assessment methods for harmonised approaches relating to dangerous substances under the Construction Products Directive (CPD)” EU-Commission, DG Enterprise, Brussels 16.03.2005

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).

Bewertung von Bauprodukten 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 27, 2012; ECA 29, 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 (n-Hexan bis einschließlich n-Hexadekan), die als Einzelstoffe und als Summenparameter im Rahmen des TVOC-Konzeptes (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) betrachtet werden, sowie leicht flüchtige (VVOC) und schwerflüchtige organische Verbindungen (SVOC) im Retentionsbereich unterhalb C₆ bzw. oberhalb von C₁₆ bis C₂₂ [ECA 18, 1997a; ECA 19, 1997b].

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, 2010]. Seit 2017 ist das AgBB-Bewertungsschema Grundlage für die „Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG)“. Die ABG sind 2017 als Teil der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen bekannt gemacht und werden von den Ländern sukzessive bauaufsichtlich eingeführt (Stand Januar 2018).

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 [Däumling, 2012]. Hersteller können deshalb bessere Leistungsparameter (VOC-Emissionen) ihrer Produkte z.B. mit Hilfe von Gütesiegeln deklarieren [ECA 24, 2005; ECA 27, 2012].

2. Wissenschaftliche Grundlagen für die gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten

Die Literatur über die Auswirkungen von Innenraumluftverunreinigungen auf die menschliche Gesundheit ist umfangreich [siehe u.a. ECA 10, 1991b; WHO, 2000, 2010; Ad-hoc, 2007]. Akute und/oder Langzeitwirkungen von flüchtigen organischen Verbindungen können von Geruchsempfindungen und Reizwirkungen auf die Schleimhäute von Augen, Nase und Rachen bis hin zu systemischen Wirkungen reichen. Hierzu zählen auch Wirkungen auf das Nervensystem, allergisierende oder allergieverstärkende bis hin zu kanzerogenen, mutagenen oder reproduktionstoxischen Eigenschaften von Stoffen.

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 Building Products", in dem als Beispiel ein Bewertungsschema für Emissionen aus Fußbodenbelägen angegeben ist [ECA 18, 1997a].

Zur toxikologischen Bewertung von emittierten Stoffen aus Bauprodukten sind Konzentrationsniveaus zu ermitteln, unterhalb derer für den Einzelstoff keine nachteiligen Wirkungen zu befürchten sind (NIK - niedrigste interessierende Konzentration für den Einzelstoff, 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 18, 1997a]. Die hierauf basierende pragmatische Vorgehensweise wurde bislang als ein Verfahren 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. Die Arbeitsgruppe hat eine umfassende Liste von emissionsrelevanten Stoffen zusammengestellt, ihr Procedere zur Ableitung von EU-LCI-Werten dargelegt und harmonisierte EU-LCI-Werte für ca. 115 Stoffe publiziert [ECA 29, 2013; https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci_en]. Zur Unterstützung der Harmonisierung der gesundheitlichen Bewertung von Bauproduktmissionen in Europa werden in der Regel die publizierten EU-LCI-Werte bei Aktualisierungen der NIK-Liste übernommen (siehe Anhang 6).

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 [Seifert, 1999; Ad-hoc, 2007; ECA 27, 2012; DIN ISO 16000-6, 2012; EN 16516, 2018].

Der R-Wert ist der Gefahrenindex zur Beurteilung kombinatorischer Effekte von Stoffen in einem emittierten Substanzgemisch eines Bauproduktes. Er basiert auf der Empfehlung des europäischen Expertengremiums European Collaborative Action on Man im ECA-Bericht Nr. 18 und wurde mit dem ECA-Bericht 29 erneut bestätigt [ECA 18, 1997a; ECA 29, 2013]. Das wissenschaftliche Komitee SCHER der Generaldirektion Gesundheit- und Verbraucherschutz der Europäischen Kommission stellte im Jahr 2007 in seiner Stellungnahme zur Innenraumluftqualität die gesundheitliche Relevanz kombinatorischer Effekte sowie deren Bewertung über solch einen additiven Ansatz heraus [SCHER, 2007]. Eine dem gleichkommende Stellungnahme zu Toxizität und Bewertung von Substanzgemischen haben die drei anerkannten wissenschaftlichen Komitees SCHER, SCCS, SCENIHR, die durch Generaldirektion Gesundheit und Verbraucher der Europäischen Kommission beauftragt wurden, im Jahr 2012 abgegeben [SCHER/SCENIHR/SCCS, 2012].

Wissenschaftlich kontrollierte anerkannte Humanstudien und epidemiologische Untersuchungen zeigen eine eindeutige konzentrationsabhängige Wirkungsbeziehung für gesundheitliche Effekte durch die Summe an definierten flüchtigen organischen Stoffen [ECA 19, 1997b; Ad-hoc, 2007]. Zur Vermeidung einer unendlichen Gesamtkonzentration an Stoffemissionen und damit zur Abwehr gesundheitlich nachteiliger Wirkungen, sehen die einschlägigen ECA-Berichte eine Obergrenze für TVOC als eine Mindestanforderung für einen hinreichenden Gesundheitsschutz vor.

3. Sensorische Bewertung

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 20, 1999] zur Anwendung, jedoch lag für eine Geruchsbewertung von Emissionen aus Bauprodukten kein abgestimmtes und allgemein anerkanntes Prüfverfahren vor. Als ein Ergebnis zweier 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 zur Geruchsprüfung mit Prüfkammerv Verfahren 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 bewerten.

Um mit der Prüfmethodik für unterschiedliche Bauprodukte weitere Erfahrungen zu sammeln, fand für die sensorische Prüfung eine Pilotphase von 2012 bis 2015 statt. Die Pilotphase hatte 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. Untersuchungen des Fraunhofer Wilhelm-Klauditz-Instituts (WKI in Braunschweig) zeigten, dass die DIN ISO 16000-28 (Fassung Dezember 2012) das Messverfahren nicht hinreichend beschreibt [WKI, 2016]. Die BAM hatte während der Pilotphase zwei Ringversuche angeboten, die zusätzlich zur DIN ISO 16000-28 auch die VDI 4302 Blatt 1 und beim zweiten Ringversuch eine Standardarbeitsanweisung beinhalteten. [UBA Texte, 2014 und 2015]. Am ersten Ringversuch nahmen acht Messinstitute und am zweiten Ringversuch elf Institute erfolgreich teil. Der turnusmäßige Ringversuch der BAM im Jahr 2016 fand zu VOC und Geruch statt. Die Ergebnisse sind mit den vorherigen Ringversuchen vergleichbar; insgesamt hatten 14 Messinstitute erfolgreich teilgenommen.

Die Erkenntnisse der Pilotphase erlauben es somit, durch zusätzliche Messanforderungen die DIN ISO 16000-28 zu präzisieren. Das Messverfahren ist unter Berücksichtigung dieser zusätzlichen Messanforderungen für die Bestimmung der empfundenen Intensität geeignet. Die notwendige Überarbeitung der DIN ISO 16000-28 läuft derzeit.

Geruchsarme Bauprodukte sind eine Voraussetzung für geruchsarme Innenräume. Gemäß § 13 MBO „müssen bauliche Anlagen so angeordnet, beschaffen und gebrauchstauglich sein, dass durch (...) chemische, physikalische oder biologische Einflüsse Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen.“ Der AgBB hält die unzumutbare Belästigung für gegeben, wenn mehr als 30 % einer nicht geschulten, großen Gruppe von Befragten den Geruch von Bauprodukten als unzumutbar bewerten. Auf der Basis einer solchen Befragung [UBA Texte, 2011] leitet der AgBB aus gesundheitlich-hygienischer Sicht eine Geruchsintensität in Höhe

von 7 pi als vorläufigen Beurteilungsmaßstab für die geruchliche Bewertung eines Bauprodukts ab. Bisher liegen erst wenige Untersuchungen vor, bei denen die Geruchsemissionen aus Bauprodukten und die aus dem Einbau verschiedener Bauprodukte resultierende Geruchsintensität der Raumluft untersucht wurden [UBA Texte, 2011 und 2016].

Der AgBB empfiehlt, die geruchliche Prüfung von Bauprodukten zunächst auf freiwilliger Basis anzuwenden. Weiterhin empfiehlt der AgBB, die Auswirkungen geruchsintensiver Bauprodukte auf die Geruchsbelastung von Innenräumen fortsetzend zu untersuchen.

4. Erfassung und Bewertung von VOC-Emissionen aus Bauprodukten

4.1 Prüfkammertests zur Ermittlung von VOC-Emissionen

Zur Feststellung der Emissionen von Bauprodukten sind normierte 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 13, 1993; ECA 16, 1995]. Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Ringversuche und einer zuvor veröffentlichten Vorgehensweise [ECA 8, 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 Prü fzelle. In Teil 11 werden die Probenahme, Lagerung der Proben und die Vorbereitung der Prüfstücke beschrieben. In der DIN EN 16516:2018-01, 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 EN 16516:2018-01 die Bestimmung der gesamten flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) gemäß 8.2.6.1 Absatz 2 als Summe aller flüchtigen Verbindungen (Zielverbindungen³ und Nicht-Zielverbindungen³, identifizierte und nicht identifizierte Verbindungen) mit TVOC_{spez} erfolgen.

4.2 Bauliche Rahmenbedingungen und Expositionsszenarien

Raumnutzer sind flüchtigen organischen Verbindungen in baulichen Anlagen durch Emissionen aus Bauprodukten ausgesetzt. In der Regel werden die Stoffe über die Atmung (inhalativ) aufgenommen. Grundlage für die gesundheitliche Bewertung eines Bauproduktes sind die durch dieses Produkt bedingten Konzentrationen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluft. Für eine solche Bewertung sind die in den Prüfkammertests nach dem AgBB-Schema ermittelten flächenspezifischen Emissionsraten eines Bauproduktes (s. 4.1) allein nicht ausreichend. Vielmehr müssen zusätzlich die unter Praxisbedingungen zu erwartenden Raumluftsituationen berücksichtigt werden. Das Verbindungsglied zwischen Produktmission und Raumluftkonzentration bildet das Expositionsszenario, das die Produktmission, die Raumdimensionierung, den Luftaustausch und die emittierende Oberfläche des in den Raum eingebrachten Bauproduktes zu beachten hat.

³ Als Zielverbindungen sind die in der NIK-Liste in Tabelle 1 dieses Dokumentes aufgeführten Substanzen heranzuziehen.

Als Nicht-Zielverbindungen sind die Stoffe ohne NIK-Wert definiert.

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, gilt die gesundheitliche Bewertung des AgBB-Schemas für eine Mindestluftwechselrate von 0,5/h [DIN 1946-6]. Diese Luftwechselrate wird auch für den Referenzraum gemäß DIN EN 16516:2018-01 festgelegt. Die im AgBB-Schema zugrunde gelegte Luftwechselrate von 0,5/h setzt - sofern keine Lüftungsanlage vorhanden ist - eine regelmäßige (mehrmals tägliche) 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) ist eine verstärkte intensive Lüftung durch die Raumnutzer erforderlich.

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 Referenzraum 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, die auch den Beladungsfaktoren der DIN EN 16516:2018-01 entsprechen:

- 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 vorgesehene Verwendung die Möglichkeit bedingt, dass ein Produkt an mehr als einer der oben angeführten Oberflächen eingesetzt wird,

müssen die entsprechenden Flächen und Beladungsfaktoren aufsummiert werden. Für solche Verwendungen ergeben sich folgende standardisierte Beladungen:

- 0,8 m²/m³ für Boden und Decke;
- 1,4 m²/m³ für Wände und Decke oder Wände und Boden;
- 1,8 m²/m³ für Wände, Boden und Decke.

Die Beladung muss im Prüfbericht ausgewiesen und für den Verwender sichtbar dokumentiert werden.

Der Referenzraum im AgBB-Schema sowie auch in der DIN EN 16516:2018-01 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 „Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG)“, Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen, [DIBt, 2017]). 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. Voraussetzung dafür ist, dass 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.

Die Bestimmung der in der Dampfphase befindlichen organischen Verbindungen in der Prüfkammerluft ist gemäß DIN EN 16516 durchzuführen. Die Quantifizierung der identifizierten Substanzen mit NIK-Werten und die der kanzerogenen Stoffe muss substanzspezifisch erfolgen. Die Quantifizierung der identifizierten Substanzen ohne NIK-Werte und die der nicht-identifizierten („unbekannten“) Substanzen erfolgen jeweils gegen Toluoläquivalente (siehe DIN EN 16516).

Im AgBB-Bewertungsschema gelten folgende Definitionen:

VVOC: alle Einzelstoffe im Retentionsbereich $< C_6$

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

TVOC_{spez}⁴: Summe aller gefundenen Einzelstoffe $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Retentionsbereich $C_6 - C_{16}$ (zwischen n-Hexan bis einschließlich n-Hexadekan)

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

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

Für die Ermittlung des Summenparameters TVOC_{spez} wird die in der DIN EN 16516 unter Abschnitt 8.2.6.1 – Absatz 2 beschriebene Vorgehensweise verwendet:

⁴ In den ABG heißt es (S.261 der MVV TB, 2017):

TVOC_{spez} (Summe der flüchtigen organischen Verbindungen): Summe der Konzentrationen der substanzspezifisch quantifizierten Zielverbindungen (NIK-Stoffe) sowie der über das Toluoläquivalent quantifizierten nicht identifizierten und nicht-Zielverbindungen mit jeweils einer Konzentration ab $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

„Die Summe aller identifizierten und mittels stoffspezifischer Kalibrierstandards quantifizierten Zielverbindungen, zuzüglich aller identifizierten Nicht-Zielverbindungen und aller nicht identifizierten Verbindungen, quantifiziert unter Verwendung des TIC-Responsefaktors für Toluol, die in einem bestimmten Bereich des Chromatogramms eluieren, nachdem sie für die in gleicher Weise ermittelten Blindwerte korrigiert wurden.“

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. Es ist möglichst ein hoher Identifizierungsgrad anzustreben, um eine Einzelstoffbewertung zu ermöglichen.

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 geltenden GHS-System (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anh. VI Tab. 3.1) (siehe 4.3.1).

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

4.3.1 Messung und Prüfung nach 3 Tagen:

- TVOC_{spez3}
Ein Produkt erfüllt die Kriterien, wenn der TVOC_{spez}-Wert nach 3 Tagen $\text{TVOC}_{\text{spez3}} \leq 10 \text{ mg}/\text{m}^3$ liegt.
- Kanzerogene Stoffe
Die generelle Anforderung an jedes Bauprodukt ist, dass es praktisch keine kanzerogenen, mutagenen oder reproduktionstoxischen Stoffe emittieren soll. Eine Abgabe kanzerogener Stoffe gemäß 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 $0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$ 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.

4.3.2 Messung und Prüfung nach 28 Tagen:

- TVOC_{spez28}
Um das Langzeitverhalten der VOC-Emissionen eines Bauproduktes bewerten zu können, wird der TVOC_{spez}-Wert nach 28 Tagen erneut bestimmt.
Ein Produkt erfüllt die Kriterien, wenn hier ein TVOC_{spez28}-Wert von $\leq 1,0 \text{ mg}/\text{m}^3$ festgestellt wird. Bei einem höheren TVOC_{spez28}-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.

Ein Produkt erfüllt die Kriterien, wenn die Summe der SVOC (TSVOC), in der Kammerluft eine Konzentration von $0,1 \text{ mg/m}^3$ nicht überschreitet. Dies entspricht einem zusätzlichen Beitrag von 10 % der maximal zulässigen $\text{TVOC}_{\text{spez}28}$ -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 $\text{TVOC}_{\text{spez}28}$ -Wert 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 $\text{TVOC}_{\text{spez}}$ -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 zunächst auf freiwilliger Basis eine sensorische Prüfung auf das Kriterium Intensität durchgeführt. Die empfundene Intensität ist durch ein trainiertes Panel (DIN ISO 16000-28 Ziffer 10.3 und zusätzliche Präzisierungen gemäß VDI 4302 Blatt 1) zu ermitteln. Die sensorische Prüfung gilt als bestanden, wenn eine Geruchsintensität in Höhe von 7 pi nicht überschritten wird.

▪ Einzelstoffbewertung

Neben der Bewertung der Emissionen eines Produktes über den Summenwert $\text{TVOC}_{\text{spez}}$ 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_{spez}-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 (Abb. 1) geforderten Bedingungen erfüllt, ist für die Verwendung in Innenräumen von Gebäuden gemäß §§ 3 und 13 der MBO aus gesundheitlicher Sicht geeignet. Unabhängig davon, hat das Bauprodukt eine sensorische Prüfung bestanden, so muss dies zusätzlich und gesondert dokumentiert werden.

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 2.07.18).

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 2.07.18).

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/clen.201000364.

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

DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) (2010): Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen – Stand Oktober 2010. (https://www.dibt.de/de/Fachbereiche/Referat_II4.html, zuletzt aufgerufen am 2.07.18).

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

DIN EN 16516 (2018). Bauprodukte - Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen - Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft. (EN 16516:2018)

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)

ECA 8 (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 2.07.18).

ECA 10 (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 2.07.18).

ECA 13 (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 2.07.18).

ECA 16 (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 2.07.18).

ECA 18 (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 2.07.2018).

ECA 19 (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 2.07.18).

ECA 20 (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 2.07.18).

ECA 24 (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 2.07.18).

ECA 27 (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 2.07.18).

ECA 29 (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 2.07.18).

Energieeinsparverordnung vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), zuletzt 24. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1789) geändert.

European Commission, Directorate-General for Health & Consumers, SCHER/SCENIHR/SCCS (2012): Toxicity and Assessment of Chemical Mixtures, European Union. ISBN 978- 92-79-3 0700-3.

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

MBO (Musterbauordnung, Fassung 2002, geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016). Musterbauordnung der Bauministerkonferenz - Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU). (<https://www.is-argebau.de/verzeichnis.aspx?id=991&o=75909860991>, zuletzt aufgerufen am 2.07.18).

MVV TB (Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen). Ausgabe 2017/1 mit Druckfehlerkorrektur vom 11. Dezember 2017. (<https://www.dibt.de/de/geschaeftsfelder/brl-tb.html>, zuletzt aufgerufen am 2.07.18)

SCHER (Scientific Committee on Health and Environmental Risks) (2007): Opinion on risk assessment on indoor air quality.

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 2.07.18)

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 2.07.18)

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 2.07.18)

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 2.07.18)

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 2.07.2018)

UBA-Texte 88/2014 (2014). Brosig, L., Horn, W., Pyza, L., Jann, O.: Ringversuch zur Einführung der Geruchsmessungen nach DIN ISO 16000-28 in die Bewertung von Bauprodukten. Umweltbundesamt, Berlin (<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ringversuch-zur-einfuehrung-der-geruchsmessungen>, zuletzt aufgerufen am 2.07.18).

UBA-Texte 79/2015 (2015). Brosig, L., Horn, W., Jann, O.: Round Robin Test for the Implementation of Odour Measurements regarding ISO 16000-28 into the Evaluation of Building Products – Part II (Specified by VDI 4302-1). Umweltbundesamt, Berlin (<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/round-robin-test-for-the-implementation-of-odour>, zuletzt aufgerufen am 2.07.18).

UBA-Texte 36/2016 (2016). Müller, B., Mertes, A., Scutaru, A.M.: Innenraumluftqualität nach Einbau von Bauprodukten in energieeffizienten Gebäuden. Umweltbundesamt, Berlin. (<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/innenraumluftqualitaet-nach-einbau-von-bauprodukten>, zuletzt aufgerufen am 2.07.18)

VDI 4302 Blatt 1 (2015). Geruchsprüfung von Innenraumluft und Emissionen aus Innenraummaterialien – Grundlagen. (VDI 4302 Blatt 1:2015-04)

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 20.01.2011 S.1, L 94 10.04.2015 S.9, L 349 21.12.2016 S.1); zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2018/669 der Kommission (ABl. L 115 4.05.2018 S.1) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:02008R1272-20180301> (konsolidierte Fassung, Stand 1.03.2018), Änderungen der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 siehe <https://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/de/Rechtstexte/RText-CLP/RText-CLP.html> zuletzt aufgerufen am 2.07.18).

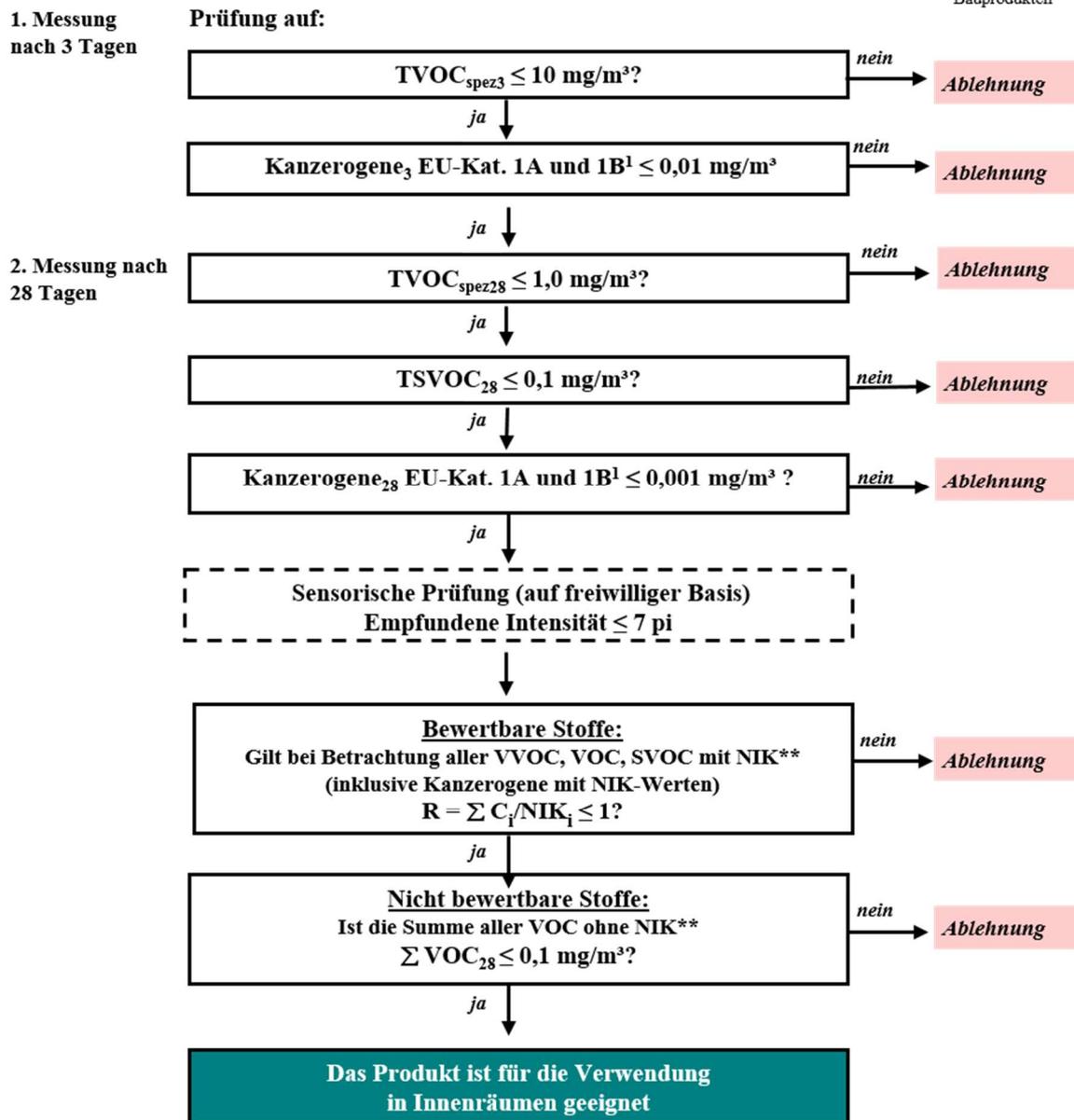
WHO (2000). Air quality guidelines. 2nd edition, Regional Office for Europe.

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

WKI Projekt (2016). Schulz, N., Stolte, R., Uhde, E., Salthammer, T.: Evaluierung einer Methode zur sensorischen Bewertung von Bauprodukten für Innenraumanwendungen unter Praxisbedingungen. Fraunhofer WKI, Braunschweig. (<https://www.wki.fraunhofer.de/de/fachbereiche/maic/profil/forschungsprojekte/evaluierung-iso-16000-28-bauprodukte.html>, zuletzt aufgerufen am 2.07.18).



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



* VVOC: Retentionsbereich < C6, VOC, TVOC: Retentionsbereich C6 – C16, SVOC: Retentionsbereich > C16 – C22
 Emissionskammerprüfung nach DIN EN 16516

UBA II 1.3
 AgBB 2018

**NIK: Niedrigste interessierende Konzentration, engl. LCI

1 Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anh. VI Tab. 3.1, siehe Erläuterungen im Text
<http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-zur-gesundheitlichen-bewertung-von>

6. Anhang

Aufstellung von NIK-Werten

6.1 Grundsätze

Flüchtige organische Verbindungen stellen bedeutende Verunreinigungen der Innenraumluft dar. Nach dem Baurecht müssen Bauprodukte, die wesentliche Quellen dieser Verbindungen in Innenräumen sein können, 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 eine regelmäßige, sachgerechte Lüftung vorausgesetzt (siehe Abschnitt 4.2). 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).

NIK-Werte dienen ausschließlich der Beurteilung der Emission aus Bauprodukten auf der Basis von Prüfkammermessungen. 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

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 18, 1997a] ursprünglich vor allem an gesundheitsbasierten Stoffbeurteilungen für den Arbeitsplatz orientiert. Die derzeit verwendeten Kriterien zur Ableitung von europäischen NIK-Werten (EU-LCI) 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 und veröffentlicht [ECA 29, 2013; Däumling und Scutaru, 2013, https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci_en]. Zur Unterstützung der Harmonisierung der gesundheitlichen Bewertung von Bauproduktmissionen in Europa werden in der Regel die publizierten EU-LCI-Werte bei Aktualisierungen der NIK-Liste übernommen. Abweichungen werden begründet.

Bis zum vollständigen Vorliegen der Stoffliste mit Bewertungen nach dem EU-LCI-Verfahren sind in der NIK-Liste weiterhin Werte enthalten, die sich auf Beurteilungswerte für den Arbeitsplatz beziehen oder auf Einzelfallbegründungen beruhen (vgl. Ableitungsschemata bis 2015⁵).

Für neu zu bewertende Stoffe, die noch nicht auf EU-Ebene bearbeitet werden, besteht die Möglichkeit, NIK-Werte auf Basis des EU-LCI-Ableitungsschemas festzulegen. Abweichungen von diesem Schema werden begründet. Ebenso kann bei Bedarf eine Überarbeitung bisheriger NIK-Werte nach dem EU-LCI-Ableitungsschema erfolgen.

⁵ <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-zur-gesundheitlichen-bewertung-von>

Bestehen für die Ableitung eines NIK-Wertes keine ausreichenden Datengrundlagen für den Stoff selbst, 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 29, 2013].

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

Hersteller können die Ableitung eines NIK-Wertes beim AgBB unter Vorlage geeigneter Daten beantragen. Das Gleiche gilt für begründete Anträge auf Änderung bestehender NIK-Werte, soweit diese nicht EU-LCI-Werte darstellen. Ein Antragsformular kann von der Internetseite des Umweltbundesamtes⁶ heruntergeladen werden.

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 veröffentlicht⁶ und ist zusammen mit kurzen Hinweisen zu ihrer Ableitung in Tabelle 1 abgedruckt. Des Weiteren wird unter der gleichen Internetadresse⁶ eine NIK-Bearbeitungsliste mit den zurzeit diskutierten oder bereits beschlossenen Änderungen vor der nächsten Aktualisierung zur Kenntnis gegeben. Die EU-LCI-Liste samt Grundlegendokumenten und eine Liste der EU-LCI-Arbeitsgruppenmitglieder ist im Internet unter https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci_en einsehbar.

Literatur:

AIHA (American Industrial Hygiene Association) (2018). Workplace environmental exposure level guides. (<https://med.uc.edu/eh/centers/rsc/risk-resources/oars/weel>, zuletzt aufgerufen am 2.07.2018).

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. (https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/lci-werte_bauprodukte_poster.pdf, zuletzt aufgerufen am 2.07.2018)

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) (2018). MAK- und BAT-Werte-Liste 2018. (<http://www.wiley-vch.de/de/fachgebiete/naturwissenschaften/mak-und-bat-werte-liste-2018-978-3-527-34536-6>, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418>, zuletzt aufgerufen am 2.07.2018).

ECA 18 (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 2.07.2018).

ECA 29 (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,

⁶ <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-zur-gesundheitlichen-bewertung-von>, zuletzt aufgerufen am 2.07.18

(<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC83683>, zuletzt aufgerufen am 2.07.2018).

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 (EU) 2017/164 der Kommission (ABl. L 27 01.02.2017 S.115).

(<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:01991L0322-20060301&from=DE>, zuletzt aufgerufen am 2.07.2018).

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 (EU) 2017/164 der Kommission (ABl. L 27 01.02.2017 S.115).

(<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0039-20100108&from=DE>, zuletzt aufgerufen am 2.07.2018).

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 2.07.2018).

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); zuletzt geändert durch Richtlinie (EU) 2017/164 der Kommission (ABl. L 27 01.02.2017 S.115).

(<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0161&from=DE>, zuletzt aufgerufen am 2.07.2018).

Richtlinie (EU) 2017/164 der Kommission vom 31. Januar 2017 zur Festlegung einer vierten Liste von Arbeitsplatz-Richtgrenzwerten in Durchführung der Richtlinie 98/24/EG des Rates und zur Änderung der Richtlinien 91/322/EWG, 2000/39/EG und 2009/161/EU der Kommission. (ABl. L 27 01.02.2017 S.115). (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017L0164&from=DE>, zuletzt aufgerufen am 2.07.18)

TRGS 900: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz, „Arbeitsplatzgrenzwerte“, Ausgabe Januar 2006, zuletzt geändert und ergänzt Januar 2018 (GMBI 2018 S. 542-545 [Nr. 28] vom 7.06.2018).

(<https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-900.pdf?blob=publicationFile&v=3>, zuletzt aufgerufen am 2.07.2018).

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 20.01.2011 S.1, L 94 10.04.2015 S.9, L 349 21.12.2016 S.1); zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2018/669 der Kommission (ABl. L 115 4.05.2018 S.1) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:02008R1272-20180301> (konsolidierte Fassung, Stand 1.03.2018), Änderungen der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 siehe <https://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/de/Rechtstexte/RText-CLP/RText-CLP.html> zuletzt aufgerufen am 2.07.18).

UBA Texte 42/2017. (2017). Voss J-U.: Toxikologische Basisdaten und Textentwurf für die Ableitung von EU-LCI Werten für Triethylamin (CAS Nr. 121-44-8), Tributylphosphat (CAS Nr. 126-73-8), Triethylphosphat (CAS Nr. 121-44-8), Methylmethacrylat (CAS Nr. 80-62-6) und Ethylmethylketon (CAS Nr. 78-93-3). Umweltbundesamt, Berlin. (<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/toxikologische-basisdaten-textentwurf-fuer-die>, zuletzt aufgerufen am 2.07.2018).

Tabelle 1

NIK-Werte-Liste

Redaktionsschluss Juli 2018

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m ³]	Bemerkungen
1	Aromatische Kohlenwasserstoffe			
1-1	Toluol	108-88-3	2900	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	1700	Übernahme EU-LCI-Wert
1-8	n-Propylbenzol	103-65-1	950	Übernahme EU-LCI-Wert
1-9*	1-Propenylbenzol (β-Methylstyrol)	637-50-3	1200	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	1000	Übernahme EU-LCI-Wert
1-16	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	1000	Übernahme EU-LCI-Wert
1-17*	1,2,4,5-Tetramethylbenzol	95-93-2	250	Übernahme EU-LCI-Wert
1-18	n-Butylbenzol	104-51-8	1100	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	Phenylloctan und Isomere	2189-60-8	1100	Übernahme EU-LCI-Wert
1-22	1-Phenyldecan und Isomere	104-72-3	1100	Read across von Ethylbenzol
1-23	1-Phenylundecan und Isomere	6742-54-7	1100	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	1200	Übernahme EU-LCI-Wert
1-28*	Vinyltoluol (alle Isomeren: o-, m-, p-Methylstyrole)	25013-15-4	1200	Übernahme EU-LCI-Wert
1-29	Andere Alkylbenzole, sofern Einzelisomere nicht anders zu bewerten sind		450	Read across von Trimethylbenzol
1-30*	Naphthalin	91-20-3	10	Übernahme EU-LCI-Wert
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	4300	Übernahme EU-LCI-Wert
2-3	Cyclohexan	110-82-7	6000	Übernahme EU-LCI-Wert

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	Bemerkungen
2-4	Methylcyclohexan	108-87-2	8100	Übernahme EU-LCI-Wert
2-5	-			1)
2-6	-			1)
2-7	-			1)
2-8*	n-Heptan	142-82-5	15000	Übernahme EU-LCI-Wert
2-9*	Andere gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe C6 bis C8		14000	Übernahme EU-LCI-Wert
2-10	Andere gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe C9 bis C16		6000	Übernahme EU-LCI-Wert
2-11	Andere gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe C17 bis C22		1000	SVOC Einzelstoffbetrachtung
2-12*	1-Dodecen	112-41-4	750	Einzelstoffbetrachtung
3 Terpene				
3-1	3-Caren	498-15-7	1500	Übernahme EU-LCI-Wert
3-2	α-Pinen	80-56-8	2500	Übernahme EU-LCI-Wert
3-3	β-Pinen	127-91-3	1400	Übernahme EU-LCI-Wert
3-4	Limonen	138-86-3	5000	Übernahme EU-LCI-Wert
3-5	Terpene, sonstige		1400	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	11000	Übernahme EU-LCI-Wert
4-6	1-Butanol	71-36-3	3000	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	2100	Übernahme EU-LCI-Wert
4-9	Cyclohexanol	108-93-0	2000	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	1700	Übernahme EU-LCI-Wert
4-12	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on (Diacetonalkohol)	123-42-2	960	Übernahme EU-LCI-Wert
4-13*	Andere C4-C10 gesättigte n- und iso- Alkohole			Neubewertung, siehe 4-16 und 4-17
4-14*	Andere C11-C13 gesättigte n- und iso-Alkohole			Neubewertung, siehe 4-16 und 4-17

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m ³]	Bemerkungen
4-15	1,4-Cyclohexandimethanol	105-08-8	1600	Einzelstoffbetrachtung
4-16*	Andere C7-C13 gesättigte n-Alkohole		1700	Read across von 1-Octanol, ausgenommen sind die cyclischen Verbindungen
4-17*	Andere C6-C13 gesättigte iso-Alkohole		300	Read across von 2-Ethyl-1-hexanol, ausgenommen sind die cyclischen Verbindungen
5				
Aromatische Alkohole (Phenole)				
5-1*	Phenol	108-95-2	70	Übernahme EU-LCI-Wert
5-2	BHT (2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol)	128-37-0	100	Übernahme EU-LCI-Wert
5-3	Benzylalkohol	100-51-6	440	Übernahme EU-LCI-Wert
6				
Glykole, Glykolether, Glykolester				
6-1*	Propylenglykol (1,2-Dihydroxypropan)	57-55-6	2100	Übernahme EU-LCI-Wert
6-2*	Ethylenglykol (Ethandiol)	107-21-1	3400	Übernahme EU-LCI-Wert
6-3*	Ethylenglykolmonobutylether	111-76-2	1600	Übernahme EU-LCI-Wert
6-4*	Diethylenglykol	111-46-6	5700	Übernahme EU-LCI-Wert
6-5	Diethylenglykolmonobutylether	112-34-5	670	Übernahme EU-LCI-Wert
6-6*	2-Phenoxyethanol	122-99-6	60	Übernahme EU-LCI-Wert
6-7*	Ethylencarbonat	96-49-1	4800	Read across von Ethylenglykol
6-8*	1-Methoxy-2-propanol	107-98-2	7900	Übernahme EU-LCI-Wert
6-9	2,2,4-Trimethyl-1,3-pentandiolmonoisobutyrat	25265-77-4	600	Übernahme EU-LCI-Wert
6-10*	Glykolsäurebutylester (Hydroxyessigsäurebutylester)	7397-62-8		Neubewertung
6-11	Butyldiglykolacetat (Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)acetat, BDGA)	124-17-4	850	Übernahme EU-LCI-Wert
6-12	Dipropylenglykolmono-methylether	34590-94-8	3100	Übernahme EU-LCI-Wert
6-13	2-Methoxyethanol	109-86-4	3[#]	EU-OEL: 3.110 µg/m ³ ; Übernahme des EU-LCI-Werts wird noch diskutiert
6-14	2-Ethoxyethanol	110-80-5	8	EU-OEL: 8.000 µg/m ³ ; Übernahme des EU-LCI-Werts wird noch diskutiert
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	2000	Read across von Ethylenglykolmonobutylether
6-18	1,2-Dimethoxyethan	110-71-4	4[#]	Read across von 2-Methoxyethanol
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/m ³
6-21	2-Ethoxyethylacetat	111-15-9	11	EU-OEL: 11.000 µg/m ³ ; Übernahme des EU-LCI-Werts wird noch diskutiert

[#] 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
6-22*	2-Butoxyethylacetat	112-07-2	2200	Übernahme EU-LCI-Wert
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	1600	Übernahme EU-LCI-Wert
6-28	Dipropylenglykol	110-98-5 25265-71-8	670	Übernahme EU-LCI-Wert
6-29	Dipropylenglykolmonomethyletheracetat	88917-22-0	3900	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	2000	Übernahme EU-LCI-Wert
6-34*	Tripropylenglykolmonomethylether	20324-33-8 25498-49-1	1200	Übernahme EU-LCI-Wert
6-35	Triethylenglykoldimethylether	112-49-2	7	Read across von 2-Methoxyethanol
6-36	1,2-Propylenglykoldimethylether	7778-85-0	25	Read across von 2-Methoxy-1-propanol
6-37	2,2,4-Trimethylpentandiol-1,3-diisobutyrat	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	1300	Übernahme EU-LCI-Wert
6-40*	Propylencarbonat	108-32-7	1000	Einzelstoffbetrachtung
6-41*	Hexylenglykol (2-Methyl-2,4-pentandiol)	107-41-5	3500	Übernahme EU-LCI-Wert
6-42	3-Methoxy-1-butanol	2517-43-3	500	Einzelstoffbetrachtung
6-43	1,2-Propylenglykol-n-propylether	1569-01-3 30136-13-1	1400	Einzelstoffbetrachtung
6-44	1,2-Propylenglykol-n-butylether	5131-66-8 29387-86-8 15821-83-7 63716-40-5	1600	Einzelstoffbetrachtung
6-45*	Diethylenglykol-phenylether	104-68-7	80	Read across von 2-Phenoxyethanol
6-46	Neopentylglykol (2,2-Dimethylpropan-1,3-diol)	126-30-7	1000	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

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	Bemerkungen
7-9	2-Butenal (Crotonaldehyd, cis-trans-Gemisch)	4170-30-3 123-73-9 15798-64-8	1[#]	Einzelstoffbetrachtung; Übernahme des EU-LCI-Werts wird noch diskutiert
7-10	2-Pentenal	1576-87-0 764-39-6 31424-04-1	12	Read across von 2-Butenal, aber keine EU-Mutagenitätseinstufung; Übernahme des EU-LCI-Werts wird noch diskutiert
7-11	2-Hexenal	16635-54-4 6728-26-3 505-57-7 1335-39-3 73543-95-0	14	Read across von 2-Pentenal; Übernahme des EU-LCI-Werts wird noch diskutiert
7-12	2-Heptenal	2463-63-0 18829-55-5 29381-66-6 57266-86-1	16	Read across von 2-Pentenal; Übernahme des EU-LCI-Werts wird noch diskutiert
7-13	2-Octenal	2363-89-5 25447-69-2 20664-46-4 2548-87-0	18	Read across von 2-Pentenal; Übernahme des EU-LCI-Werts wird noch diskutiert
7-14	2-Nonenal	2463-53-8 30551-15-6 18829-56-6 60784-31-8	20	Read across von 2-Pentenal; Übernahme des EU-LCI-Werts wird noch diskutiert
7-15	2-Decenal	3913-71-1 2497-25-8 3913-81-3	22	Read across von 2-Pentenal; Übernahme des EU-LCI-Werts wird noch diskutiert
7-16	2-Undecenal	2463-77-6 53448-07-0	24	Read across von 2-Pentenal; Übernahme des EU-LCI-Werts wird noch diskutiert
7-17*	Furfural	98-01-1	10	Übernahme EU-LCI-Wert
7-18*	Glutaraldehyd	111-30-8	1[#]	Übernahme EU-LCI-Wert
7-19	Benzaldehyd	100-52-7	90	WEEL (AIHA): 8.800 µg/m³
7-20	Acetaldehyd	75-07-0	1200	VVOC Übernahme EU-LCI-Wert
7-21*	Propanal	123-38-6	750	VVOC Einzelstoffbewertung
7-22	Formaldehyd	50-00-0	100	VVOC Übernahme EU-LCI-Wert
7-23*	Propenal	107-02-8	14	VVOC Einzelstoffbetrachtung
8	Ketone			
8-1*	Ethylmethylketon	78-93-3	2000	Übernahme EU-LCI-Wert
8-2	3-Methyl-2-butanon	563-80-4	7000	Übernahme EU-LCI-Wert
8-3*	Methylisobutylketon	108-10-1	1000	Übernahme EU-LCI-Wert
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	1000	Read across von Cyclopentanon
8-7	2-Methylcyclohexanon	583-60-8	2300	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	2100	Read across von Propylenglykol
8-10	Aceton	67-64-1	1200	VVOC AGW: 1.200.000 µg/m³

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m³]	Bemerkungen
9	Säuren			
9-1*	Essigsäure	64-19-7	1200	Übernahme EU-LCI-Wert
9-2*	Propionsäure	79-09-4	1500	Übernahme EU-LCI-Wert
9-3*	Isobuttersäure	79-31-2	1800	Übernahme EU-LCI-Wert
9-4*	Buttersäure	107-92-6	1800	Übernahme EU-LCI-Wert
9-5*	Pivalinsäure	75-98-9	2100	Übernahme EU-LCI-Wert
9-6*	n-Valeriansäure	109-52-4	2100	Übernahme EU-LCI-Wert
9-7*	n-Caprinsäure	142-62-1	2100	Übernahme EU-LCI-Wert
9-8*	n-Heptansäure	111-14-8	2100	Übernahme EU-LCI-Wert
9-9*	n-Octansäure	124-07-2	2100	Übernahme EU-LCI-Wert
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	4200	Übernahme EU-LCI-Wert
10-5	Propylacetat	109-60-4	4200	Übernahme EU-LCI-Wert
10-6	2-Methoxy-1-methylethylacetat	108-65-6	2700	Übernahme EU-LCI-Wert
10-7	n-Butylformiat	592-84-7	2000	Read across von Methylformiat (AGW: 120.000 µg/m³)
10-8*	Methylmethacrylat	80-62-6	750	Übernahme EU-LCI-Wert
10-9*	Andere Methacrylate		750	Read across von Methyl- methacrylat
10-10	Isobutylacetat	110-19-0	4800	Übernahme EU-LCI-Wert
10-11	1-Butylacetat	123-86-4	4800	Übernahme EU-LCI-Wert
10-12	2-Ethylhexylacetat	103-09-3	350	Read across von 2-Ethyl-1-hexanol
10-13	Methylacrylat	96-33-3	180	Übernahme EU-LCI-Wert
10-14*	Ethylacrylat	140-88-5	200	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	2800	Übernahme EU-LCI-Wert
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	400	Übernahme EU-LCI-Wert

	Substanz	CAS Nr.	NIK [µg/m ³]	Bemerkungen
12-2	Caprolactam	105-60-2	300	Übernahme EU-LCI-Wert
12-3*	N-Methyl-2-pyrrolidon	872-50-4	1800	Übernahme EU-LCI-Wert
12-4	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	1200	Übernahme EU-LCI-Wert
12-5	Methenamin, Hexamethylenetetramin (Formaldehydabspalter)	100-97-0	30	Übernahme EU-LCI-Wert
12-6*	2-Butanonoxim	96-29-7	15	Übernahme EU-LCI-Wert
12-7*	Tributylphosphat	126-73-8	300	SVOC Übernahme EU-LCI-Wert
12-8*	Triethylphosphat	78-40-0	80	Einzelstoffbetrachtung
12-9	5-Chlor-2-methyl-4isothiazolin-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	60	Übernahme EU-LCI-Wert
12-12	Decamethylcyclopentasiloxan (D5)	541-02-6	1500	Read across von Octamethylcyclotetrasiloxan
12-13	Dodecamethylcyclohexasiloxan (D6)	540-97-6	1200	Read across von Octamethylcyclotetrasiloxan
12-14	Tetrahydrofuran	109-99-9	1500	AGW: 150.000 µg/m ³
12-15	Dimethylformamid	68-12-2	15	AGW: 15.000 µg/m ³
12-16	Tetradecamethylcycloheptasiloxan (D7)	107-50-6	1200	Read across von Octamethylcyclotetrasiloxan
12-17*	N-Ethyl-2-pyrrolidon	2687-91-4	400	Übernahme EU-LCI-Wert
12-18*	N-Butyl-2-pyrrolidon	3470-98-2	500	Einzelstoffbewertung

* Neuaufnahme / Änderungen 2018

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):

- IFA, Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)
<http://www.dguv.de/ifa/fachinfos/kmr-liste/index.jsp>
- ECHA, Europäische Chemikalienagentur
<http://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

II) Analytik von Carbonylverbindungen:

Für folgende Carbonylverbindungen ist in Übereinstimmung mit der DIN EN 16516 das in der DIN ISO 16000-3 beschriebene Verfahren zu verwenden: Formaldehyd, Acetaldehyd, Propanal, Propenal, Butanal, Aceton.

III) Analytik von VVOC:

Für die Bestimmung der VVOC Formaldehyd, Acetaldehyd, Propanal, Propenal und Aceton ist das in der DIN ISO 16000-3 beschriebene Verfahren zu verwenden. Für die weiteren in der NIK-Liste aufgeführten VVOC ist ein geeignetes Prüfverfahren entsprechend dem aktuellen Stand der Normung zu verwenden und auszuweisen (siehe auch DIN EN 16516, Anhang C).

- IV) Analytik der Stoffgruppen gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe (NIK 2-9 / 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 14000 µg/m³ und für aliphatische KW mit der gleichen oder einer größeren Retentionszeit wie n-Nonan gilt der NIK-Wert 6000 µg/m³.
Die Retentionszeit von n-Nonan ist auch für die Zuordnung von Einzelpeaks nicht genauer identifizierbarer gesättigter aliphatischer Kohlenwasserstoffe heranzuziehen.