

# Regelungen zur Begrenzung der Freisetzung von Formaldehyd aus Holzwerkstoffen in die Innenraumluft

## Regulations for the restriction of formaldehyde emissions from wood-based panels

### ZUSAMMENFASSUNG

Holzwerkstoffe mit Bindemitteln auf Basis von Harnstoff und Formaldehyd können auch noch nach Jahrzehnten eine relevante Formaldehydquelle darstellen. In der Industrie kommen diese Bindemittel nach wie vor verbreitet zum Einsatz, da sie kostengünstig sind und sich gut verarbeiten lassen. Seit 2014 ist Formaldehyd europäisch als „kann Krebs erzeugen“ (Kategorie 1B) eingestuft. In Deutschland regelt die Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV 2017), dass Holzwerkstoffplatten vor Inverkehrbringen auf Formaldehyd geprüft werden müssen. Das bisherige Prüfverfahren für Holzwerkstoffe ist veraltet. Es hat einen deutlich höheren Luftwechsel als die heutigen Häuser und eine niedrige Beladung, die häufig nicht mit der großflächigen Verwendung von Produkten aus Holzwerkstoffen übereinstimmt. Die im Sinne des Prüfverfahrens für Holzwerkstoffe von 1991 geltende Prüfkammernorm für Formaldehydemissionen DIN EN 717-1 wird daher als Referenznorm ersetzt. Die neue Referenznorm für die Prüfung gemäß Chemikalien-Verbotsverordnung ist die europäisch harmonisierte Norm DIN EN 16516.

FRANK BROZOWSKI,  
WOLFGANG PLEHN

### ABSTRACT

*Wood-based panels made with resins based on urea and formaldehyde can be a relevant source of formaldehyde-emissions even after decades. The manufacturing industry is still using these resins on a broad scale, because they are cheap and easy to handle. Since 2014 Formaldehyde is classified in the EU as “presumed to have carcinogenic potential for humans” (Category 1B). In Germany the Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV 2017) regulates, that wood-based panels have to be tested for formaldehyde emissions before being placed on the market. The previously used test method for wood-based panels is outdated. It has a much higher air exchange rate than modern houses and low loading rates not corresponding with the large areas covered with products made of wood-based materials found in real use situations. The old reference-standard for testing Formaldehyde emissions from wood-based panels DIN EN 717-1 has therefore been replaced. The new reference-standard for the testing according to the Chemikalien-Verbotsverordnung is the harmonized European standard DIN EN 16516.*

### EINLEITUNG

Für Formaldehyd in der Innenraumluft gibt es unterschiedliche Quellen, wie Kerzen, Räucherstäbchen, Rauchen, Kaminöfen, Holz und Holzwerkstoffe (Salthammer 2019). Während die meisten Quellen für Formaldehyd ein übliches Abklingver-

halten aufweisen oder nur punktuell beziehungsweise kurzzeitig auftreten, können Holzwerkstoffe mit Bindemitteln auf Basis von Harnstoff und Formaldehyd auch noch nach Jahrzehnten eine relevante Formaldehydquelle darstellen. In der Industrie kommen diese Bindemittel nach wie vor verbreitet zum Einsatz, da sie kostengünstig-



OSB-Platten.  
© Pixelot / fotolia.com.

tig sind und sich gut verarbeiten lassen. Die Bindemittel herstellende Industrie bietet seit einigen Jahren verbesserte Bindemittel auf Harnstoff-Formaldehyd-Basis an, die die Formaldehydemissionen im Vergleich zur heute üblichen E1-Qualität um ungefähr 80 Prozent senken (s. auch Lignum 2017). Darüber hinaus gibt es Bindemittel, die kein Formaldehyd enthalten (PMDI) oder praktisch kein Formaldehyd emittieren (Phenol-Formaldehyd-Harz). Bei der OSB-Produktion in Europa werden heute beispielsweise in der Deckschicht überwiegend MUPF (Melamin-Urea-Phenol-Formaldehyd)- beziehungsweise MUF (Melamin-Urea-Phenol-Formaldehyd)- und in der Mittelschicht PMDI (Phenyl-Methan-Di-Isocyanat)-Leime verwendet (VHI 2019).

## RICHTWERTE

Bereits 1977 hat das Bundesgesundheitsamt (BGA) 0,1 ppm beziehungsweise 124 µg je Kubikmeter als Formaldehydrichtwert für die Innenraumluft eingeführt (BGA 1984). 2006 hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) diesen Wert nochmals bestätigt (BfR 2006). 2016 hat der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) von Bund und Ländern einen Innenraumrichtwert für Formaldehyd von 100 µg je Kubikmeter abgeleitet (AIR 2016). Aus formalen Gründen hat der AIR einen Richtwert I (Vorsorgewert) abgeleitet. Da der AIR im Weiteren ausführt, dass bei Einhaltung dieses Vorsorgewerts ein Schutz vor der krebserzeugenden Wirkung von Formaldehyd besteht, muss dieser Wert im bauordnungsrechtlichen Sinn als Gefahrenwert (Richtwert II) betrachtet

werden. Er entspricht dem WHO-Leitwert für Formaldehyd aus dem Jahr 2000 (WHO 2000). Der WHO-Leitwert gilt ebenso wie der AIR-Richtwert für Kurzzeitbelastungen und sollte über den Tag in keinem 30-minütigen Intervall (Messzeitraum) überschritten werden. Die WHO geht ebenfalls davon aus, dass bei Einhaltung des Wertes ein Schutz vor Langzeitfolgen, einschließlich Krebserkrankungen, besteht. Da Formaldehyd die Tumorfrequenz in den oberen Atemwegen nur bei solchen Konzentrationen erhöht, die auch zytotoxisch wirken, charakterisiert diese Wirkung einen „praktischen“ Schwellenwert. Jegliches Risiko im Konzentrationsbereich des so definierten „sicheren“ Wertes und in niedrigeren Konzentrationen ist äußerst gering, kann nicht vom Hintergrundrisiko unterschieden werden und ist damit „praktisch nicht existent“ (BfR 2006).

## REGELUNGEN

In Deutschland regelt die Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV 2017), dass beschichtete und unbeschichtete Holzwerkstoffe (Spanplatten, Tischlerplatten, Furnierplatten und Faserplatten) vor Inverkehrbringen auf Formaldehyd geprüft werden müssen. Der Grenzwert für Formaldehyd ist in der Chemikalien-Verbotsverordnung festgelegt auf 0,1 ppm ( $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Er orientiert sich an dem Innenraumrichtwert des BGA von 1977. Dabei gilt, dass die durch den Holzwerkstoff verursachte Ausgleichskonzentration des Formaldehyds in der Luft eines Prüfraums 0,1 ml je Kubikmeter

(entspricht 0,1 ppm bzw.  $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nicht überschreiten darf. Im Prüfverfahren für Holzwerkstoffe (Prüfverfahren 1991) sind die Prüfparameter beschrieben (TABELLE I).

Mit zunehmend luftdichteren Häusern und teilweise hohen Beladungen der Innenräume kann der Innenraumrichtwert überschritten werden, selbst wenn alle im Raum befindlichen Produkte einzeln den Grenzwert der Chemikalien-Verbotsverordnung einhalten, insbesondere da die bisherige Prüfnorm DIN EN 717-1 gar nicht den Anspruch hat, reale Raumbedingungen widerzuspiegeln.

Der Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) hat bereits seit vielen Jahren Begrenzungen für die Ausgasung von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten in den Innenraum definiert und regelmäßig aktualisiert. Seit Februar 2015 wird Formaldehyd auch im AgBB-Bewertungsschema bewertet. Dort gilt für Formaldehyd ein NIK-Wert (NIK: Niedrigste Interessierende Konzentration) von  $100 \mu\text{g}$  je Kubikmeter. Dieser Wert orientiert sich am WHO-Wert und liegt somit unterhalb des Grenzwertes in der Chemikalien-Verbotsverordnung.

Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) sieht in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen MVVTB / Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG) entsprechende Prüfungen von Bodenbelägen, Verlegeunterlagen, Parkettlacken, Oberflächenbeschichtungen für Bodenbeläge, Klebstoffen und Wandbelägen vor. Bei der Prüfung dieser Produkte wird somit auch die Ausgasung von Formaldehyd betrachtet.

TABELLE I  
Vergleich der Prüfverfahren gemäß Chemikalien-Verbotsverordnung von 1991 und 2018.

	Prüfverfahren von 1991 (gültig bis 31.12.2019) in Verbindung mit DIN EN 717-1:2005-011	Prüfverfahren vom November 2018 in Verbindung mit DIN EN 16516:2018-01
Beladung L [ $\text{m}^2/\text{m}^3$ ]	$1,0 \pm 0,03$	1,8 für Wand, Boden und Decke
Luftwechsel n [1/h]	$1,0 \pm 0,05$	$0,5 \pm 0,025$
Luftfeuchte [%]	$45 \pm 3$	$50 \pm 5$

Emissionsmessungen gemäß DIN EN 717-1 sind weiterhin zulässig, wenn die Ausgleichskonzentration mit dem Faktor 2,0 multipliziert wird.

Ab Oktober 2019 umfassen die ABG auch Holzwerkstoffe.

## PRÜFVERFAHREN

Die wesentlichen Prüfbedingungen für die Marktfähigkeit von Holzwerkstoffen („Prüfverfahren für Holzwerkstoffe“) waren in Deutschland seit nahezu 30 Jahren unverändert. Seitdem haben sich die Innenräume und die Holzwerkstoffe verändert. Die Notwendigkeit für die Überarbeitung des Prüfverfahrens besteht seit längerem (Brozowski, Plehn 2012). Der Luftwechsel in heutigen Gebäuden ist deutlich niedriger und entspricht nicht den damaligen Prüfbedingungen. Auch die Beladung mit Holzwerkstoffen und Produkten aus Holzwerkstoffen, beispielsweise Möbeln, ist oft höher als im Prüfverfahren festgelegt. Weiterhin gibt eine 2014 abgeschlossene Studie Hinweise aus der Praxis: Die Auswertung von Formaldehydmessungen in über 2.000 Häusern unterschiedlichen Alters kommt zum Ergebnis, dass in etwa vier Prozent der untersuchten Häuser aller Altersklassen der Formaldehyd-Richtwert von 0,1 ppm überschritten wird (Hofmann et al. 2014). Um die Prüfbedingungen von Holzwerkstoffen an den heutigen Stand der Technik anzupassen, wie er durch das AgBB-Schema und die zugehörigen Prüfnormen beschrieben ist, hat die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) Holzwerkstoffe und deren Einsatz in Innenräumen untersucht (Wilke et al. 2019). Das Forschungsvorhaben wurde durch einen Fachbeirat begleitet (UBA 2019).

## UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die BAM hat am Anfang des Projekts ein Screening einer größeren Zahl von Holzwerkstoffen durchgeführt. Viele Produkte zeigten niedrige bis sehr niedrige Formaldehydemissionen. Allerdings waren insbesondere bestimmte Spanplatten eines Herstellers auffällig. Bereits erste Untersuchungen zeigten eine Überschreitung des Grenzwertes.

Eine erneute Prüfung an neuen, aus dem Markt beschafften Prüfmustern zeigte, dass diese Spanplatte unter den Bedingungen der DIN EN 717-1 den Grenzwert der Chemikalien-Verbotsverordnung von 0,1 ppm Formaldehyd deutlich überschreitet und damit in Deutschland nicht verkehrsfähig ist. Ein Marktüberwachungsverfahren wurde inzwischen eingeleitet und eine Produktwarnung veröffentlicht (Produktwarnung 2018).

Im experimentellen Teil des Vorhabens hat die BAM weiterhin geprüft, wie hoch Formaldehydemissionen aus Holzwerkstoffen unter realitätsnahen Bedingungen werden können. Prüfkammermessungen unter sommerlichen Bedingungen zeigen stark erhöhte Formaldehyd-Emissionswerte. So erhöhte sich zum Beispiel der Formaldehydmesswert bei einer Spanplatte in der Prüfkammer von 98 µg je Kubikmeter unter Normbedingungen nach DIN EN 717-1 auf 387 µg je Kubikmeter bei einem halbierten Luftwechsel (0,5 statt 1 pro Stunde), bei einer Erhöhung der Temperatur von 23 °C auf 28 °C und bei einer von 45 auf 60 Prozent erhöhten relativen Luftfeuchte. Diese Bedingungen kommen in Deutschland im Sommer durchaus vor und sind noch nicht der anzunehmende „worst case“. Bei einer weiteren Verringerung des Luftwechsels auf 0,2 pro Stunde stieg der Formaldehydwert sogar auf 491 µg je Kubikmeter an.

## ÄNDERUNGSBEDARF BEIM PRÜFVERFAHREN

Der Innenraumlufttrichtwert für Formaldehyd hat weiterhin Bestand (siehe oben). Die Prüfbedingungen für Formaldehydemissionen aus Holzwerkstoffen dagegen sind nicht mehr aktuell. Das Prüfverfahren für Holzwerkstoffe gilt seit 1991 und basiert auf dem Gebäudestandard von 1984. Eine Definition und Anpassung der Prüfbedingungen an die moderne „dichtere“ Bauweise ist notwendig. Es zeigt sich, dass für Verbraucherinnen und Verbraucher aber auch für Fachleute eine Unterscheidung von formaldehydhaltigen und -armen Produkten

in der Praxis schwierig ist. Es kann zu fehlerhaftem Einsatz und nicht fachgerechter Verarbeitung der Holzwerkstoffe kommen.

Im Prüfverfahren für Holzwerkstoffe von 1991 sind für abgeleitete Verfahren wie Perforator oder Gasanalyse eigene Grenzwerte festgelegt. In der Fachwelt besteht Konsens, dass es für das Perforatorverfahren keine allgemeingültige Korrelation zum Kammerverfahren gibt. Hierzu sind die am Markt verfügbaren Holzwerkstoffe zu unterschiedlich. Insbesondere unterscheiden sie sich hinsichtlich der Maßnahmen zur Verringerung der Formaldehydemissionen, die sich unterschiedlich auf die Ergebnisse der Perforatormessung auswirken. In den USA wurde vom California Air Resources Board (CARB) neben weiteren Anforderungen an Holzwerkstoffe schon 2007 die Verpflichtung für produktbezogene Korrelationen in den Herstellerwerken festgelegt. Die CARB-Regelungen wurden in den Folgejahren in den USA in zwei Phasen bis 2014 verpflichtend umgesetzt (WKI 2015). Diese produktbezogenen Korrelationen ermöglichen dem Hersteller zum Beispiel den Perforator weiter zu benutzen, wenn die Prüfkammernmessungen und der Perforatorwert für ein spezifisches Produkt eine ausreichende Korrelation zeigen.

### **DAS NEUE PRÜFVERFAHREN**

Die aktuellen Arbeiten der BAM hatten das Ziel, die Prüfbedingungen mit der heutigen Bauweise in Einklang zu bringen und damit Überschreitungen des Innenraumrichtwertes für Formaldehyd von 0,1 ppm durch die Weiterentwicklung der Anforderungen an formaldehydemittierende Produkte zukünftig sicherer zu vermeiden. Dazu bedurfte es eines neuen Prüfverfahrens.

Die neue europäische Prüfnorm DIN EN 16516 sieht andere Werte für Beladung und Luftwechsel vor als die DIN EN 717-1 (TABELLE I). Die mit der DIN EN 16516 geforderten Werte für Beladung und Luftwechsel orientieren sich daran, was in Gebäuden heute aus technischer und hygienischer Sicht anerkannte Regeln der Technik sind.

Die DIN EN 717-1 hat als Prüfnorm den Anspruch, exakte Messergebnisse zu erhalten, aber es ist nicht der Anspruch, damit die Verwendung zu beschreiben. Holzwerkstoffe werden im Innenraum sehr unterschiedlich eingesetzt, zum Beispiel in Möbeln (Schrankwände, Schlafzimmer, Küchen) und/oder als Bauprodukte im Holzbau. In der Chemikalien-Verbotsverordnung sind beide Verwendungen geregelt. Die Verwendung und damit die Beladung müsste für jeden Holzwerkstoff gesondert betrachtet und mit dem Produkt an Bauherren, Planer und Handwerker kommuniziert werden, um Überschreitungen des Innenraumrichtwertes für Formaldehyd vermeiden zu können. Da dies nicht praktikabel ist, ist ein Beladungsfaktor von 1,8 m<sup>2</sup> je Kubikmeter Holzwerkstoffoberfläche eine sinnvolle und notwendige Festlegung. Dieser Wert orientiert sich an den Festlegungen des europäischen Referenzraumes, wie er auch der DIN EN 16516 zugrunde liegt. Bei diesem Referenzraum entspricht ein Produkt, welches die vier Wände bedeckt, einer Beladung von 1,0 m<sup>2</sup> je Kubikmeter. Ein Fußbodenbelag entspricht einer Beladung von 0,4 m<sup>2</sup> je Kubikmeter, ebenso ein Produkt, welches die gesamte Decke einnimmt. In Summe kommt man bei einem raumumfassenden Produkt demnach auf den Beladungsfaktor 1,8 m<sup>2</sup> je Kubikmeter. Da Möbel nicht mit in die Betrachtung eingehen, ist dieser Wert nicht als „worst case“ anzusehen.

Im neuen Prüfverfahren sind nicht mehr Grenzwerte für abgeleitete Verfahren geregelt (z. B. genaues Vorgehen bei Ableitung einer Korrelation, Zuschnitt bei Möbelplatten). Zukünftig werden die Hersteller eine größere Verantwortung tragen, zum Beispiel was die Verlässlichkeit von Korrelationen bei abgeleiteten Verfahren betrifft. Die Verantwortung und die Nachweispflicht liegen immer beim Hersteller, der Gesetzgeber gibt das Schutzziel vor (Chemikalien-Verbotsverordnung). Insgesamt hielt der Fachbeirat das neue Prüfverfahren für umsetzbar.

Um das der Chemikalien-Verbotsverordnung zugrunde liegende Schutzniveau unter den heutigen Gegebenheiten in Gebäuden ein-

halten zu können, wird die horizontale und europäisch harmonisierte DIN EN 16516 als neue Prüfnorm („Referenznorm“) für Formaldehydemissionen aus Holzwerkstoffen eingeführt. Prüfungen nach der bisherigen Referenznorm DIN EN 717-1 sollen weiterhin gleichberechtigt möglich sein. Ergebnisse von Messungen, die nach der EN 717-1 ermittelt wurden, sind mit dem Faktor 2,0 zu multiplizieren (Wilke et al. 2019). Abgeleitete Verfahren wie zum Beispiel das Gasanalyseverfahren sollen ebenfalls weiterhin möglich sein. Die Regelung zur teilweisen Schmalflächenversiegelung gemäß DIN EN 717-1 wird in dem neuen Prüfverfahren beibehalten. Die zuständige Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Chemikaliensicherheit (BLAC) hat diese Änderung inzwischen beschlossen. Diese Änderungen sind in der vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) veröffentlichten „Bekanntmachung analytischer Verfahren für Probenahmen und Untersuchungen für die im Anhang der Chemikalien-Verbotsverordnung genannten Stoffe und Stoffgruppen“ im Bundesanzeiger veröffentlicht (BMU 2018). In einer Übergangszeit bis zum 31.12.2019 kann sowohl das alte als auch das neue Prüfverfahren genutzt werden.

## EUROPÄISCHE AKTIVITÄTEN

Nachdem Formaldehyd vorher in der EU als „kann vermutlich Krebs erzeugen“ (Kategorie 2 gemäß CLP-Verordnung) eingestuft war, wurde es im Juni 2014 durch die EU aufgrund neuer Erkenntnisse als „kann Krebs erzeugen“ (Kategorie 1B gemäß CLP-Verordnung) hochgestuft. Als krebserzeugend werden Stoffe eingestuft, die Krebs hervorrufen oder die Krebshäufigkeit erhöhen können. Eine Einstufung in die Kategorie 2 erfolgt, wenn tierexperimentelle oder am Menschen ermittelte Daten nicht hinreichend überzeugend sind, um eine Einstufung in Kategorie 1(B) zu rechtfertigen. Eine Einstufung in die Kategorie 1B erfolgt, wenn ausgehend von tierexperimentellen Daten und Erfahrungen am Menschen angenommen werden

kann, dass eine Substanz beim Menschen Krebs erzeugen kann. Verwendungsbeschränkungen können die Folge sein.

Aktuell sind deshalb auf europäischer Ebene entsprechende Aktivitäten angelauten. Die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) hat im Januar 2019 einen ersten Entwurf eines „Annex XV Restriction Reports“ zu Formaldehyd veröffentlicht, der zur öffentlichen Konsultation freigegeben wird (ECHA 2019).

Am Ende des Prozesses wird zu fragen sein, ob die europäischen Beschränkungen für Formaldehyd weiter gehen als die deutschen Regelungen in der Chemikalien-Verbotsverordnung. In dem Fall könnten diese obsolet werden.

## HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Bei vielen Holzwerkstoffen und Produkten aus Holzwerkstoffen ist nicht klar erkennbar, ob sie die gesetzlichen Anforderungen gemäß Chemikalien-Verbotsverordnung gerade einhalten oder ob sie deutlich weniger Formaldehyd emittieren. In allen Fällen, bei denen sich eine hohe Beladung ergibt, das heißt deutlich mehr als 1 m<sup>2</sup> Holzwerkstoffoberfläche pro Kubikmeter Raumvolumen in den Innenraum eingebracht werden soll, ist eine Überschreitung des Innenraumrichtwertes möglich. In diesen Fällen ist es daher sehr wichtig, möglichst emissionsarme Holzwerkstoffe einzusetzen. In der Schweiz gibt es eine Liste der empfehlenswerten Holzwerkstoffe. Darüber hinaus sind dort auch die Zusammenhänge von Beladung und Emissionsniveau anschaulich erklärt (Lignum 2017).

Auch Umweltzeichen wie der Blaue Engel bieten eine Orientierung bezüglich emissionsarmer Produkte. Für Holzwerkstoffe ist das DE-UZ 76 für „Emissionsarme plattenförmige Werkstoffe (Bau- und Möbelplatten) für den Innenausbau“ zu nennen. Möbel sind mit dem DE-UZ 38 ausgezeichnet, Bodenbeläge auf Holzbasis mit dem DE-UZ 176. Alle Vergabekriterien des Blauen Engels mit allen

ausgezeichneten Produkten sind unter [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de) zu finden.

Sowohl Endkunden als auch Handwerksbetriebe sollten auf eine ordnungsgemäße Bearbeitung und eine für das jeweilige Produkt geeignete Verwendung achten. Beispielsweise können viele offene Schnittflächen oder Nuten bei beschichteten Holzwerkstoffplatten durch eine relative Vergrößerung der unbeschichteten Schmalflächen zu erhöhten Emissionen führen. Gleiches gilt für Platten, die mit Hilfe von zahlreichen Bohrlöchern beispielsweise zu Akustikplatten weiter verarbeitet werden. Durch die Bohrlöcher vergrößert sich auch die Oberfläche der Platten, was ebenfalls zu höheren Emissionen beitragen kann. Daher sollten bei offenen Anwendungen (hierzu zählen beispielsweise auch Holzwerkstoffe hinter Gipskartonplatten) und bei größeren offenen Schnittflächen unbedingt im Hinblick auf Formaldehyd emissionsarme oder ohne Formaldehyd verleimte Holzwerkstoffe zum Einsatz kommen.

Deutsche Fertighaushersteller haben sich schon länger in einer Qualitätsgemeinschaft zusammengeschlossen, deren Mitgliedsfirmen nur Holzwerkstoffe mit niedrigen Formaldehydemissionen einsetzen dürfen (QDF 2015).

## LITERATUR

AIR – Ausschuss für Innenraumrichtwerte (2016): Richtwert für Formaldehyd in der Innenraumluft. Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte. Bundesgesundheitsblatt 59: 1040–1044. DOI: 10.1007/s00103-016-2389-5.

BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung (2006): Assessment of the Carcinogenicity of Formaldehyde [CAS No. 50-00-0] (Bericht zur Bewertung der Karzinogenität von Formaldehyd). BfR-Wissenschaft 02. [https://www.bfr.bund.de/cm/350/assessment\\_of\\_the\\_carcinogenicity\\_of\\_formaldehyde.pdf](https://www.bfr.bund.de/cm/350/assessment_of_the_carcinogenicity_of_formaldehyde.pdf) (Zugriff am: 13.02.2019).

BGA – Bundesgesundheitsamt (1984): Formaldehyd – Gemeinsamer Bericht des Bundesgesundheitsamtes, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und des Umweltbundesamtes. Schriftenreihe des Bundesministers für Jugend, Familie und Gesundheit, Band 148. Verlag W. Kohlhammer.

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018): Bekanntmachung analytischer Verfahren für Probenahmen und Untersuchungen für die im Anhang der Chemikalien-Verbotsverordnung genannten Stoffe und Stoffgruppen vom 5. November 2018. Bundesanzeiger AT vom 26.11.2018 B2. [https://www.bundesanzeiger.de/ebanzwww/wexsservlet?page.navid=official\\_starttoofficial\\_view\\_publication&sessionid=5988b8122f65c7f866228de10781a322&fts\\_search\\_list.selected=42af8b6e94833b96&&fts\\_search\\_list.destHistoryId=93008&fundstelle=BAanz\\_AT\\_26.11.2018\\_B2](https://www.bundesanzeiger.de/ebanzwww/wexsservlet?page.navid=official_starttoofficial_view_publication&sessionid=5988b8122f65c7f866228de10781a322&fts_search_list.selected=42af8b6e94833b96&&fts_search_list.destHistoryId=93008&fundstelle=BAanz_AT_26.11.2018_B2) (Zugriff am: 19.02.2019).

Brozowski F, Plehn W (2012): Formaldehyd-Emissionen aus Holzwerkstoffen: Handlungsbedarf für ein neues Prüfverfahren. UMID: Umwelt+Mensch Informationsdienst 4: 9–14. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umid-042012-biogene-bestandteile-im-urbanen> (Zugriff am: 19.02.2019).

ChemVerbotsV (2017): Chemikalien-Verbotsverordnung vom 20. Januar 2017 (BGBl. I S. 94; 2018 I S. 1389), die zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2774) geändert worden ist. [https://www.gesetze-im-internet.de/chemverbotsv\\_2017/](https://www.gesetze-im-internet.de/chemverbotsv_2017/) (Zugriff am: 19.02.2019).

DIN EN 16516:2018-01: Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft; Deutsche Fassung EN 16516:2017. Beuth Verlag 2018.

DIN EN 717-1:2005-01: Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode; Deutsche Fassung EN 717-1:2004. Beuth Verlag 2018.

ECHA – European Chemicals Agency (2019): ANNEX XV RESTRICTION REPORT. PROPOSAL FOR A RESTRICTION. SUBSTANCE NAME: Formaldehyde and formaldehyde releasers. [https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/rest\\_formaldehyde\\_axvreport\\_en.pdf/2c798a08-591c-eed9-8180-a3c5a0362e37](https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/rest_formaldehyde_axvreport_en.pdf/2c798a08-591c-eed9-8180-a3c5a0362e37) (Zugriff am: 13.02.2019).

Hofmann H, Erdmann G, Müller A (2014): Zielkonflikt energieeffiziente Bauweise und gute Raumluftqualität – Datenerhebung für flüchtige organische Verbindungen in der Innenraumluft von Wohn- und Bürogebäuden (Lösungswege). Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Förderkennzeichen (UFOPLAN) 3709 62 211. Abschlussbericht.

Lignum (2017): Formaldehyd (Hilfsmittel 2): Produktliste; laufend nachgeführte Liste geeigneter Holzwerkstoffe zur Verwendung im Innenraum. [https://www.lignatur.ch/fileadmin/ablage/downloads/Oekologie/lignum\\_produkliste\\_holzwerkstoffe\\_innenraeume.pdf](https://www.lignatur.ch/fileadmin/ablage/downloads/Oekologie/lignum_produkliste_holzwerkstoffe_innenraeume.pdf) (Zugriff am: 18.02.2019).

Produktwarnung (2018): Achtung Heimwerker: Formaldehyd – Rückruf von Nut und Feder Spanplatten vom 1. September 2018. <https://www.produktwarnung.eu/2018/09/01/achtung-heimwerker-formaldehyd-rueckruf-von-nut-und-feder-spanplatten/10683> (Zugriff am: 13.02.2019).

Prüfverfahren (1991): Prüfverfahren für Holzwerkstoffe. Bundesgesundheitsblatt 10: 488–489.

QDF – Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigung (2015): Satzung der Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigung. <https://www.fertigung.de/bdf/wer-wir-sind/qualitaetsgemeinschaft/> (Zugriff am: 18.02.2019).

Salthammer T (2019): Formaldehyde sources, formaldehyde concentrations and air exchange rates in European housings. Building and Environment 150: 219–232.

UBA – Umweltbundesamt (2019): Formaldehydemissionen: Prüfbedingungen für Holzwerkstoffe. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/bauprodukte/studien-zur-messung-bewertung-von-schadstoffen/formaldehydemissionen-pruefbedingungen-fuer> (Zugriff am: 18.02.2019).

VHI – Verband der deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V. (2019): Produktionsprozess OSB. <https://vhi.de/produktionsprozess-osb/> (Zugriff am: 18.02.2019).

WHO – World Health Organization (2000): WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants 3. Formaldehyde. World Health Organization. Regional Office for Europe: 103-156. [www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0009/128169/e94535.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf) (Zugriff am: 13.02.2019).

Wilke O, Jann O, Brozowski F et al. (2019): Untersuchungen zur Etablierung der DIN EN 16516 als neue Referenznorm für die Prüfung von Formaldehydemissionen aus Holzwerkstoffen gemäß Chemikalien-Verbotsverordnung. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 79(3). Im Druck.

WKI – Wilhelm-Klauditz-Institut (2015): CARB-ZERTIFIZIERUNG. [https://www.wki.fraunhofer.de/content/dam/wki/de/documents/Mediathek/themen/qa/puez/QA\\_CARB\\_2015-09\\_deutsch.pdf](https://www.wki.fraunhofer.de/content/dam/wki/de/documents/Mediathek/themen/qa/puez/QA_CARB_2015-09_deutsch.pdf) (Zugriff am: 18.02.2019).

## KONTAKT

Dr. Frank Brozowski  
Umweltbundesamt  
Fachgebiet III 1.4 „Stoffbezogene Produktfragen“  
Wörlitzer Platz 1  
06846 Dessau-Roßlau  
E-Mail: frank.brozowski[at]uba.de

[UBA]