

Prüfverfahren für die Messung der Formaldehydemissionen aus Holzwerkstoffen gemäß Chemikalien-Verbotsverordnung

Anlass

Holzwerkstoffe werden nach wie vor weit überwiegend mit Bindemitteln auf der Basis von Formaldehyd verleimt [Salthammer, 2010; Wilke, 2016; Richter, 2017]. Diese Technik wurde so weiter entwickelt, dass heute bezogen auf Formaldehyd emissionsarme Holzwerkstoffe mit diesen Leimen herstellbar sind; auf dem Markt sind aber auch Produkte mit höheren Formaldehydemissionen erhältlich. Daher ist für die Anforderungen zur Begrenzung der Formaldehydemissionen in der Chemikalien-Verbotsverordnung weiterhin eine Prüfung nach dem Stand der Technik erforderlich. Das bisher gültige Prüfverfahren für Holzwerkstoffe mit den Parametern Temperatur (23°C), relative Luftfeuchte (45 %), Beladung (1,0 m²/m³) und Luftwechsel (1,0/h) wurde 1991 im Bundesgesundheitsblatt veröffentlicht. Diese Parameter wurden in die DIN EN 717-1 übernommen.

Seit 1991 hat sich bei der Errichtung von Gebäuden vieles verändert. Aus Gründen des Wärmeschutzes sind die Gebäude heute besser wärmedämmt und luftdichter (siehe Energieeinsparverordnung EnEV).

Im Jahr 2014 wurde Formaldehyd als krebserregend (Kategorie 1b gemäß CLP-Verordnung, Anhang VI) eingestuft. 2016 hat der Ausschuss für Innenraumrichtwerte [AIR] von Bund und Ländern einen Innenraumrichtwert für Formaldehyd von 100 µg/m³ abgeleitet. Dieser Wert soll auch kurzzeitig, bezogen auf einen Messzeitraum von einer halben Stunde, nicht überschritten werden. Er entspricht dem WHO-Grenzwert für Formaldehyd aus dem Jahre 2000. Der Grenzwert für Formaldehyd nach der Chemikalien-Verbotsverordnung beträgt 0,1 ppm (124 µg/m³). Dieser Wert wurde bereits 1977 vom Bundesgesundheitsamt als Formaldehyd-Richtwert eingeführt.

Seit 2017 gibt es eine horizontale europäische Prüfnorm, die im Januar 2018 als DIN EN 16516 „Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe – Bestimmung der Emissionen in die Innenraumluft“ veröffentlicht wurde. In der

DIN EN 16516 ist ein Referenzraum ($V=30\text{ m}^3$) für alle Festlegungen zur Emissionsprüfung definiert. Auf Basis der Abmessungen des Referenzraumes müssen die Produktnormen je nach Produkttyp einen Beladungsfaktor L festlegen: $1,0\text{ m}^2/\text{m}^3$ für Wände; $0,4\text{ m}^2/\text{m}^3$ für Boden oder Decke. Durch Addition der Beladungen für verschiedene Einsatzbereiche der Produkte ergeben sich Beladungsfaktoren von $1,4\text{ m}^2/\text{m}^3$ oder $1,8\text{ m}^2/\text{m}^3$. Die Lüftungsrate ist für den Referenzraum mit einem Luftwechsel von 0,5 je Stunde festgelegt. Die Klimabedingungen sind 23°C und 50 % relative Luftfeuchte. Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) hat im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) geprüft, in welcher Weise die DIN EN 16516 als Prüfverfahren gemäß Chemikalien-Verbotsverordnung für Formaldehydemissionen aus Holzwerkstoffen eingeführt werden kann [BAM]. Diese Arbeiten wurden von einem Fachbeirat mit Vertreterinnen und Vertretern aus Prüfinstituten, der Normung und den betroffenen Behörden begleitet.

Sachstand

Die Hersteller von Holzwerkstoffen bieten eine große Palette unterschiedlicher Holzwerkstoffe an. Das Ziel der Untersuchungen konnte daher nicht eine umfassende Prüfung aller Holzwerkstofftypen, sondern die exemplarische Prüfung an einigen als repräsentativ anzusehenden Holzwerkstoffen sein. Hierzu wurden gängige am Markt verfügbare Holzwerkstoffe in einem Screening untersucht. Für die weiteren Prüfungen der Parameter wurden zwei Spanplatten, eine OSB-Platte und eine Multiplexplatte ausgewählt. Um die Eignung der DIN EN 16516 für die Messung der Formaldehydemissionen gemäß Chemikalien-Verbotsverordnung nachweisen zu können, sind die Veränderungen der Parameter Luftwechsel, Beladung und relative Luftfeuchte zu betrachten. Gleichzeitig soll gezeigt werden, dass die bisherigen Prüfbedingungen in den heute üblichen Räumen zu deutlichen Überschreitungen des der Chemikalien-Verbotsverordnung zugrundeliegenden Schutzniveaus von $0,1\text{ ppm}$ Formaldehyd in der Innenraumluft führen können. Um Messergebnisse nach DIN EN 717-1 weiter nutzen zu können, müssen diese unter Berücksichtigung der Messparameter gemäß DIN EN 16516 umgerechnet werden.

Luftwechsel

Schon in älteren Normen [DIN EN ISO 16000-9, seit 2006] und europäischen Berichten [ECA Report No.8, 1991] wird ein Luftwechsel von 0,5 pro Stunde für Kammerprüfungen vorgegeben. Auch das Bewertungsschema des Ausschusses zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten [AgBB] legt seit 2000 einen Luftwechsel von 0,5 pro Stunde für Kammerprüfungen zugrunde. Ein Luftwechsel

von 0,5 pro Stunde im Innenraum wird als hygienisch notwendiger Mindestluftwechsel angesehen.

Die Literatur zum Thema Luftwechsel (Tabelle 1) zeigt, dass der gemessene Luftwechsel meist (deutlich) kleiner als 0,5 pro Stunde ist. Eine Studie von Münzenberg zum Luftwechsel in Wohnhäusern ergab einen mittleren Luftwechsel von 0,26 pro Stunde. Dabei war in 85 % der untersuchten Wohnungen der Luftwechsel kleiner als 0,4 pro Stunde und in 20 % der Wohnungen wurde ein Luftwechsel von weniger als 0,1 pro Stunde gemessen. Eine neuere Studie [Hofmann et al., 2014] der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute e.V. (AGÖF) ergab für Wohnräume einen mittleren Luftwechsel von 0,4 pro Stunde.

Tabelle 1: Luftwechselraten in der Literatur

Literaturstelle	LW Durschnitt. Wert / h	Bemerkung
Hofmann, 2014	0,13 ± 0,099	Fensterlüftung
	0,629 ± 0,514	Tech. Lüftungsanlage
	0,40 ± 0,61	Wohnräume
	0,38 ± 0,31	Schulräume
Kah, 2005	0,22	Kontroll. Lüftung
	0,03	ohne kontroll. Lüftung
Grams, 2002 und 2005	0,1-0,4	Klassenräume
Coutalides, 2008	< 0,3	Wohnbauten mit niedrigen Energieverbrauch
Münzenberg, 2003	0,26	Wohnhäuser
Messungen in Kindergärten (Anfrage UBA), 2014	0,15	ohne techn. Lüftung
	0,3	mit Lüftungsmodul

Messungen an Holzwerkstoffplatten bei unterschiedlichen Luftwechseln

Als geeignetes Prüfmuster wurde eine Verlegeplatte ausgewählt, die ohne vollständige Abdeckung im Raum eingebaut werden kann. Den Informationen zu dieser Verlegeplatte war auch nicht zu entnehmen, dass sie nur für eine der Raum umschließenden Flächen zum Einsatz kommen darf. Daher ist davon auszugehen, dass der Einbau beispielsweise im Fußboden unter einem textilen Bodenbelag und an den Wänden und der Decke unter einer Holzverkleidung oder Gipskartonplatte erfolgen kann, die keinen wirksamen Schutz vor Formaldehydemissionen in die Innenraumluft ermöglichen. Die Formaldehydemission aus dieser Verlegeplatte (Spanplatte 5656) wurde nach DIN EN 717-1 (Beladung 1,0; 23°C und 45 % relative Luftfeuchte) in drei 1-m³-Kammern für 3 unterschiedliche Luftwechsel (1,0; 0,5; 0,2)

über einen Zeitraum von mehreren Wochen untersucht. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 1 dargestellt.

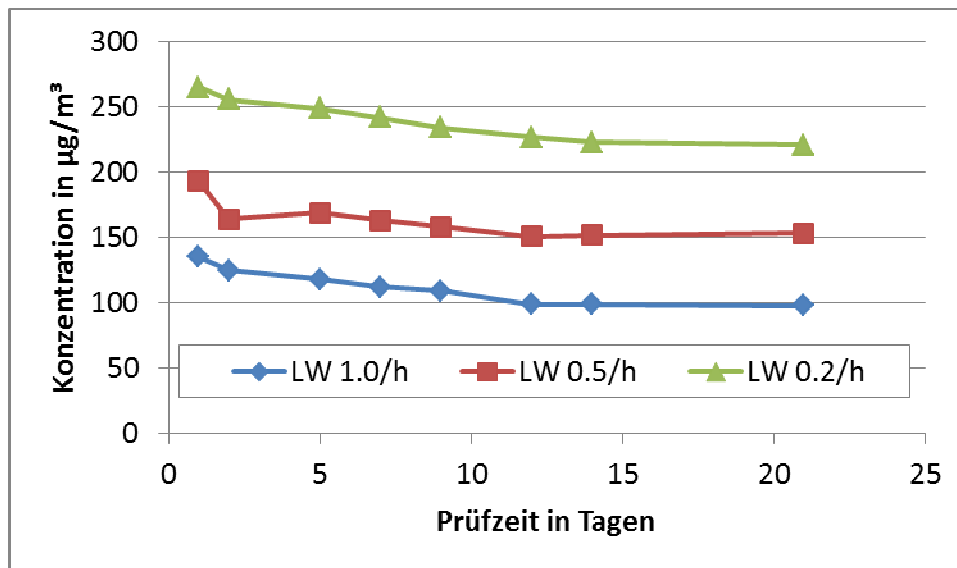


Abbildung 1: Formaldehyd-Emission einer Spanplatte bei verschiedenen Luftwechsell

Die Verringerung des Luftwechsels führt erwartungsgemäß zu einer Erhöhung der Formaldehydkonzentration. Die Halbierung des Luftwechsels ergibt eine Erhöhung um den Faktor 1,6; für den Luftwechsel 0,2 ergibt sich ein Faktor von 2,3. Mit der WKI-Formel [Meyer et al., 2014] errechnet sich ein Faktor von 1,4 (LW 0,5) bzw. 2,0 (LW 0,2). Die WKI-Formel ist ein Rechenmodell des Wilhelm-Klauditz-Institutes für Holzforschung zur Berechnung der Formaldehydkonzentration bei unterschiedlichen Prüfkammerbedingungen im Vergleich zu den Bedingungen der EN 717-1.

$$C = 0,00555 \cdot (C_{\text{Bezug}} + 0,008) \cdot (T - 12,7) \cdot (rF - 1,2) / (1 + 1,75 \text{ LW/L})$$

Messungen bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen

In einer weiteren Versuchsreihe wurde für diese Verlegeplatte (Spanplatte 5656) parallel in drei 1-m³-Kammern unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und Luftwechsell die Formaldehydemission bestimmt. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 2 dargestellt. Die Veränderung des Prüfklimas zu sommerlichen Bedingungen zeigt einen deutlichen Anstieg der Formaldehydkonzentration. Eine Veränderung des Klimas von 23°C/45 % r.F. auf 28°C/60 % r.F. führt zu einer Erhöhung der Formaldehydkonzentration um mehr als das Doppelte. Die Konzentration bei einem Luftwechsel von 0,5/h; 28°C und 60 % r.F. ist sogar fast viermal so hoch wie die Konzentration unter EN 717-1 Normbedingungen.

Im Sommer können in Wohnräumen Temperaturen von über 28°C und über 60 % r.F. je nach Wetterlage und örtlichen Bedingungen auch über eine längeren Zeitraum auftreten. Bei solchen Hitzeperioden ist von einer Lüftung am Tage abzuraten, um einen zusätzlichen Wärmeeintrag zu vermeiden. Je nach örtlichen Bedingungen ist ein intensives Lüften in der Nacht auch nicht immer möglich. Eigene Klimaaufzeichnungen in 6 Wohnungen von Juni bis September 2016 zeigten in allen Wohnungen maximale Temperaturen von über 29°C und maximale relative Luftfeuchtigkeiten von über 64 % (absolute Maximalwerte waren 33°C und 72 % r.F.). Ein Beispiel für eine Klimaaufzeichnung ist in der Abbildung 3 dargestellt.

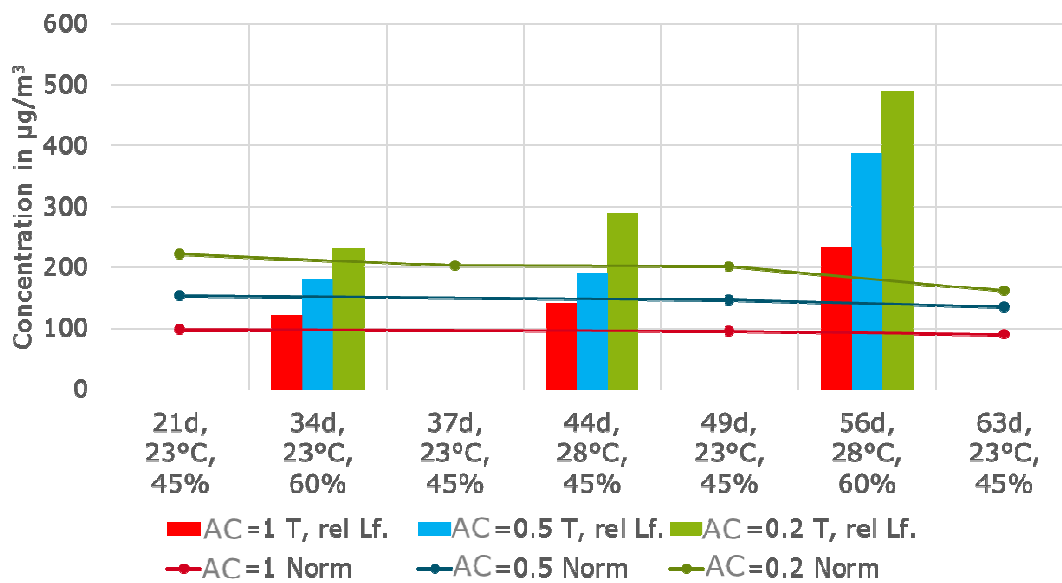


Abb. 2: Formaldehydemission bei Klimaänderung für Luftwechsel 1,0; 0,5 und 0,2
 Linie = Konzentration unter Normbedingungen 23°C/45 %; Balken = Konzentration bei Klimaveränderung auf 23°C/60%, 28°C/45% und 28°C/60%

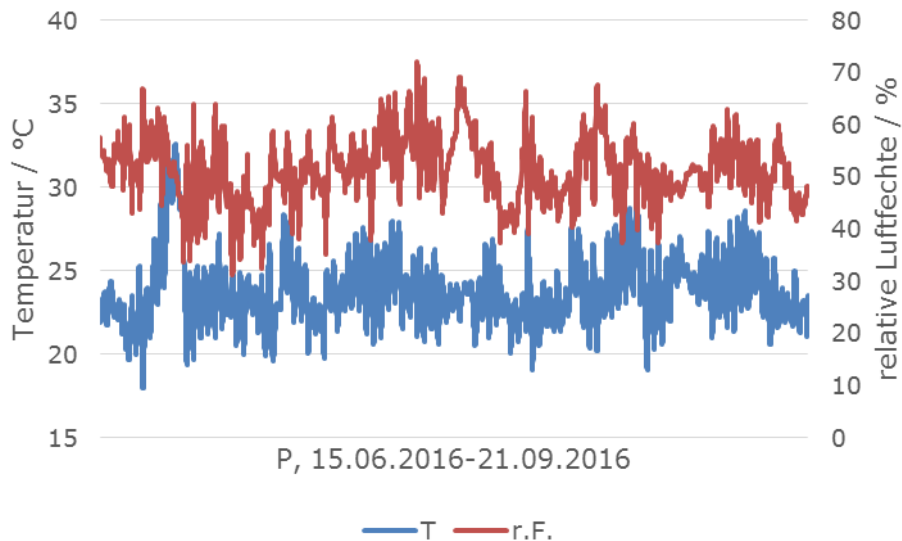


Abbildung 3: Sommerliche Temperaturen und Luftfeuchtigkeit in einem Wohnraum in Berlin

Vergleichende Messungen gemäß DIN EN 16516 und DIN EN 717-1

Wie eingangs erläutert, sollte eine Umrechnung der Messergebnisse gemäß DIN EN 717-1 auf die Messungen gemäß DIN EN 16516 möglich sein, um einen praktikablen Übergang zum neuen Prüfverfahren zu ermöglichen. Um hier eine bessere Aussagefähigkeit für verschiedene Holzwerkstofftypen zu bekommen, wurden insgesamt vier typische Holzwerkstoffe untersucht. Für den Vergleich erfolgten vier Messreihen über 28 Tage an jeweils einem Holzwerkstoff parallel unter den Bedingungen nach DIN EN 717-1 (23°C, 45 % r.F., $n=1,0/h$, $L=1,0 \text{ m}^2/\text{m}^3$) und DIN EN 16516 (23°C, 50 % r.F., $n=0,5/h$, $L=1,0 \text{ m}^2/\text{m}^3$) in 1 m^3 Prüfkammern.

Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 4 bis 7 dargestellt. Die Spanplatte 5845 weist eine Überschreitung des Grenzwertes für Formaldehyd nach der Chemikalien-Verbotsverordnung auf und hätte somit nicht in den Verkauf gelangen dürfen.

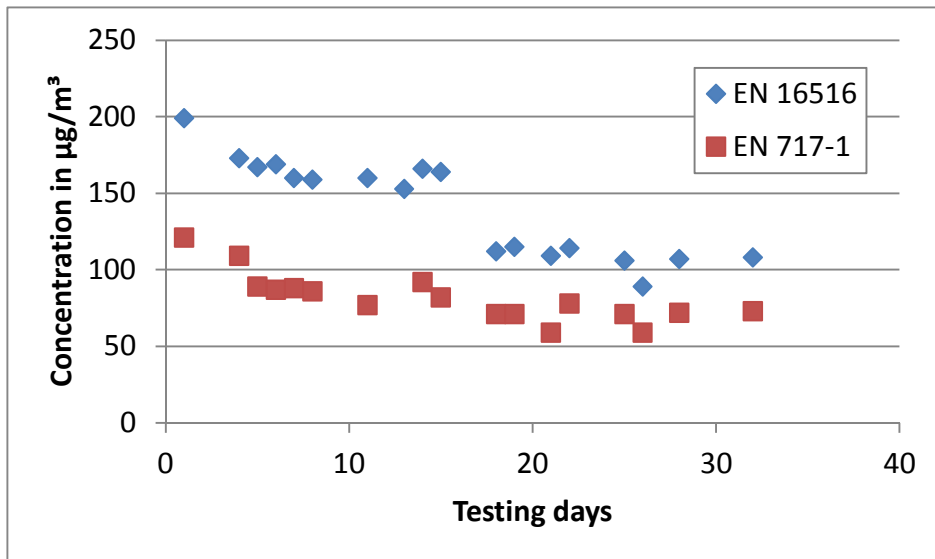


Abbildung 4: Verlauf der Formaldehydkonzentration für Spanplatte 5656

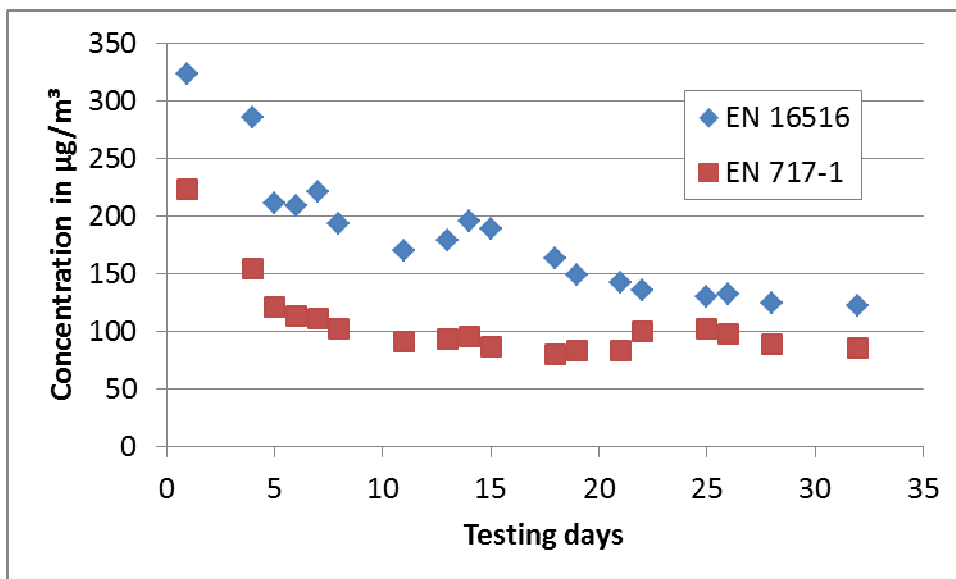


Abbildung 5: Verlauf der Formaldehydkonzentration für Multiplexplatte 5818

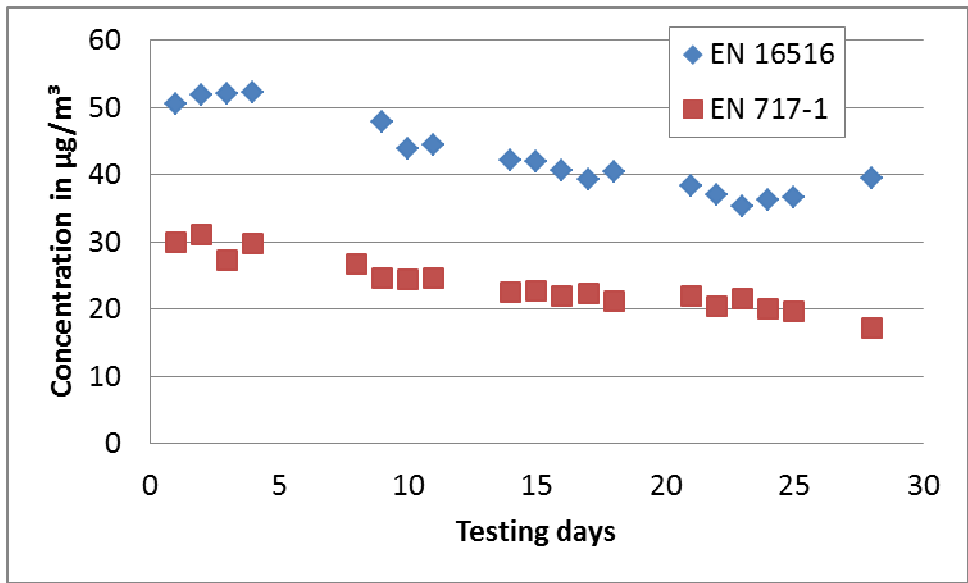


Abbildung 6: Verlauf der Formaldehydkonzentration für OSB 5844

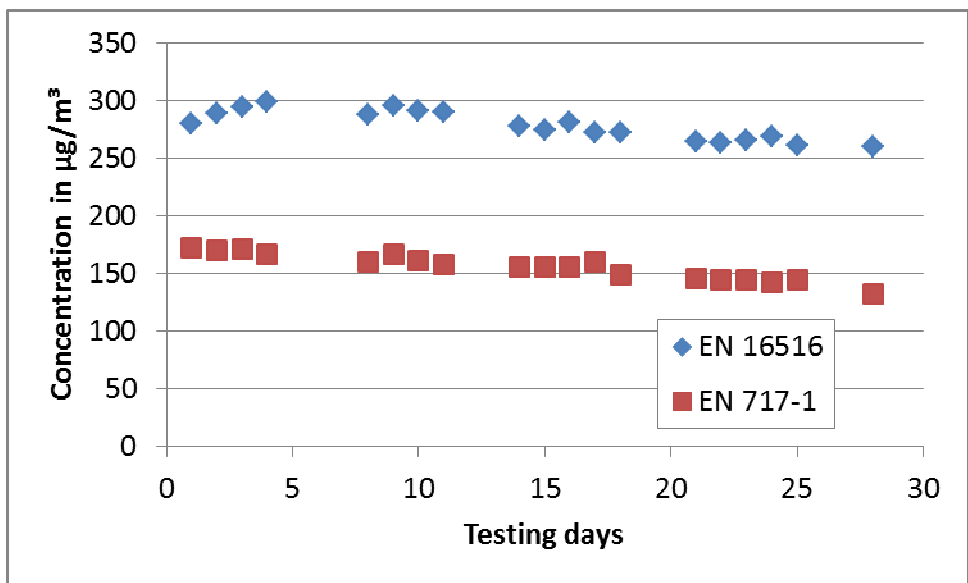


Abbildung 7: Verlauf der Formaldehydkonzentration für Spanplatte 5845

Erwartungsgemäß zeigen sich unter den Bedingungen nach DIN EN 16516 höhere Formaldehydkonzentrationen. Für die Spanplatte 5656 ergibt sich ein Faktor 1,4 aus dem Verhältnis der nach DIN EN 16516 und DIN EN 717-1 ermittelten Konzentration. Der Faktor für die Multiplexplatte beträgt ebenfalls 1,4; für die OSB und die Spanplatte 5845 ist der Faktor 1,8.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass für die Versuche eine Beladung von 1,0 m²/m³ benutzt wurde. Nach DIN EN 16516 liegt die Beladung für Materialien an Wänden

sowie Fußboden oder Decke bei $1,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$ oder für Materialien an Wänden sowie Fußboden und Decke bei $1,8 \text{ m}^2/\text{m}^3$, wodurch die Formaldehydkonzentrationen noch etwas höher lägen.

Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse nach DIN EN 717 und DIN EN 16516 ist in Abbildung 8 dargestellt. Aus der Trendlinie ergibt sich die Steigung von 1,6 als Umrechnungsfaktor zwischen den beiden Normen.

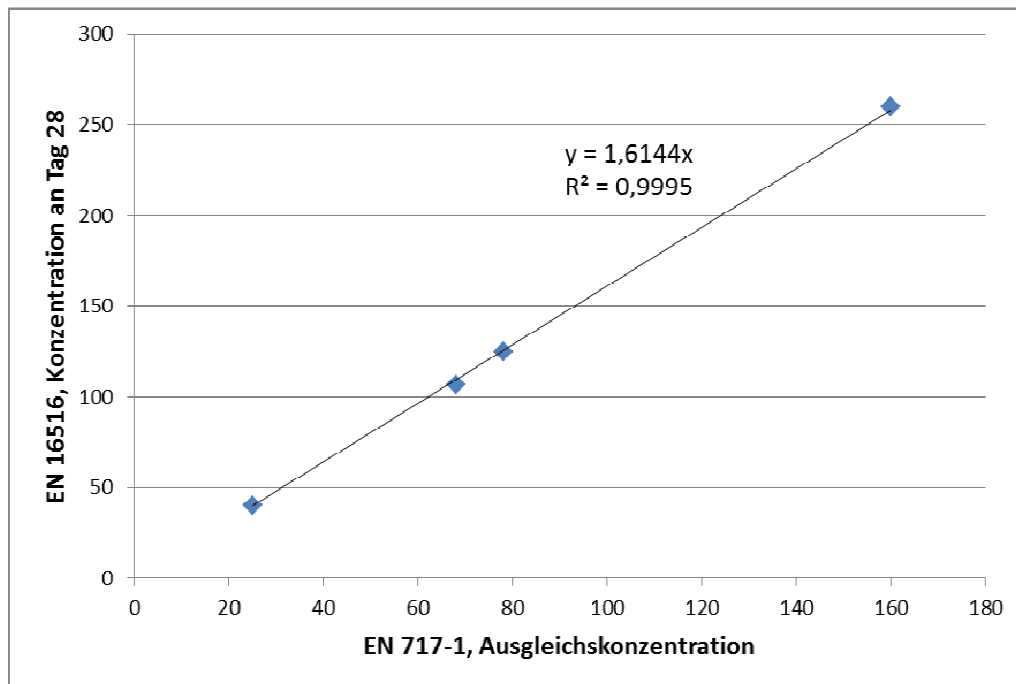


Abbildung 8: Korrelation zwischen DIN EN 717-1 und DIN EN 16516

Nach der WKI-Formel zur Berechnung von Formaldehydkonzentrationen bei Abweichungen der Prüfbedingungen von der DIN EN 717-1 ergibt sich ebenfalls ein Faktor von 1,6.

Bei einer Beladung von $1,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$ würde nach WKI-Formel ein Faktor von 1,8 resultieren, bei einer Beladung von $1,8 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ergibt sich ein Faktor von 2,0. Der Faktor von 2,0 bei einer Beladung von $1,8 \text{ m}^2/\text{m}^3$ wurde durch BAM-Messungen (Prüfkammermessung über 12 Tage) bestätigt (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Vergleich gemessener Emissionswerte für Formaldehyd mit berechneten Werten nach WKI-Formel am Beispiel der Spanplatte (5589)

Formaldehyd in $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Prüftag	EN 7171-1	EN 16516 L = 1,8 m^2/m^3	Faktor BAM- Messungen	WKI- Formel	Übereinstimmung
4	110	202	1,8	208	103%
7	99	211	2,1	188	89%
12	93	207	2,2	176	85%

Schlussfolgerungen

Der Einsatz von formaldehydhaltigen Leimen für die Herstellung von Holzwerkstoffplatten ist auch nach über 30 Jahren Forschung auf diesem Gebiet immer noch üblich, da diese Leime kostengünstiger sind als formaldehydfreie Leime.

Die von der BAM eingekauften Holzwerkstoffplatten (Verlegespanplatten, OSB, Multiplexplatten) verschiedener Hersteller zeigten teilweise hohe Formaldehyd-emissionen, eine Spanplatte hielt den Grenzwert von 0,1 ppm bei Prüfung nach DIN EN 717-1 nicht ein, dürfte also eigentlich in Deutschland gar nicht in den Verkauf gelangen.

Um höhere Transparenz und Sicherheit im Umgang und im Einsatz von Holzwerkstoffen zu erreichen, müssen Prüfnormen bzw. darin festgelegte Prüfbedingungen dringend an reale Innenraumbedingungen angepasst werden. Dazu gehören neben dem Klima der Luftwechsel und die Raumbeladung.

Der vor über 20 Jahren in der DIN EN 717-1 festgelegte Luftwechsel von 1,0/h wird in den heutigen Wohnungen und Häusern durch die Maßnahmen der Energiesparverordnung deutlich unterschritten und liegt im Durchschnitt unterhalb von 0,5/h, teilweise deutlich darunter. Eigene Messungen mit der Tracergasmethode ergaben Werte zwischen 0,1/h und 0,2/h.

In Abstimmung mit der BAM stellte das Umweltbundesamt im November 2016 einen Antrag zur Überarbeitung der DIN EN 717-1 "Holzwerkstoffe-Bestimmung der Formaldehydabgabe- Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode". Die Norm liegt in einer Ausgabe aus dem Jahr 2004 vor und ist seitdem nicht geändert oder angepasst worden. Da Normen (und insofern auch Prüfnormen) aber den Stand der Technik abbilden sollen, bedeutet dies, dass die Prüfbedingungen zur Ermittlung von Materialemissionen so zu gestalten sind, dass sie möglichst gut reale Bedingungen widerspiegeln. Dies ist bei der DIN EN 717-1 nicht mehr gegeben.

Bei den nach dieser Norm geprüften Produkten handelt es sich in der Regel um solche, die im Innenraum (also beispielsweise Wohnhäusern, öffentlichen Gebäuden etc.) eingesetzt werden. Die DIN EN 717-1 schreibt seit ihrem Erscheinen 1995 einen Luftwechsel von 1,0 pro Stunde fest. Dies steht im Widerspruch zu anderen Prüfkammernormen, wie der DIN EN ISO 16000-9 und der DIN EN 16516, die beide für Modellraumbetrachtungen einen Luftwechsel von 0,5 annehmen und diesen Luftwechsel auch für die Prüfkammernormen fordern. Ein Luftwechsel von 1,0 pro Stunde entspricht somit nicht mehr dem Stand der Technik im Bauwesen und ist nicht zeitgemäß.

Produkte, die unter DIN EN 717-1 Prüfbedingungen die Formaldehydklasse E1 einhalten, können insbesondere bei großflächigem Einsatz im Innenraum zu Überschreitungen des Richtwertes für die Innenraumluft führen. Zusätzlich zur Anpassung des Luftwechsels ist auch der Parameter Beladung bei einer Überarbeitung der Norm anzupassen. In der DIN EN 16516 werden produktspezifische (am Einsatz der Produkte orientierte) Beladungsfaktoren vorgegeben. Für den Einsatz von Holzwerkstoffplatten ergäben sich Beladungen von 0,4 (Boden oder Decke), 1,0 (Wände), 1,4 (Wände plus Boden oder Decke) und 1,8 m^2/m^3 (Wände, Boden und Decke). Um die realen Bedingungen in modernen Gebäuden abzubilden, ist deshalb eine Beladung von 1,8 m^2/m^3 für die Prüfkammernormen erforderlich. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass für die Beladung im Referenzraum Möbel nicht berücksichtigt wurden.

Damit soll sichergestellt werden, dass die Einhaltung des Schutzniveaus bei realen Innenraumbedingungen auch unter den Randbedingungen eines niedrigen Luftwechsels sowie bei sommerlichen Bedingungen und heutigem Lüftungsverhalten der Menschen soweit wie möglich gewährleistet ist.

Das neue Prüfverfahren gemäß Chemikalien-Verbotsverordnung

Um das der Chemikalien-Verbotsverordnung zugrundeliegende Schutzniveau unter den heutigen Gegebenheiten in Gebäuden einhalten zu können, ist die Einführung der DIN EN 16516 als neue Prüfnorm („Referenznorm“) und die Umrechnung der Messwerte gemäß DIN EN 717-1 erforderlich. Die Durchführung der Prüfkammernormen erfolgt nach DIN EN 16516 bei 23 °C und 50% relativer Luftfeuchte, einer Beladung von 1,8 m^2/m^3 und einem Luftwechsel von 0,5 pro Stunde. Die Schmalflächenversiegelung ist auch zukünftig wie in der EN 717-1 beschrieben vorzunehmen. Nach 28 Tagen wird der Mittelwert einer Doppelbestimmung als Endkonzentration („entsprechend der Ausgleichskonzentration“) berechnet.

Prüfungen nach der 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. Abgeleitete Verfahren wie z.B. das Gasanalyseverfahren sollen weiterhin möglich sein.

Die entsprechenden Änderungen sind in der vom BMUB veröffentlichten „Bekanntmachung analytischer Verfahren für Probenahmen und Untersuchungen für die im Anhang der Chemikalien-Verbotsverordnung genannten Stoffe und Stoffgruppen“ entsprechend zu ändern (s. Anhang).

Referenzen

AgBB (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten)
Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/agbb-bewertungsschema_2015_2.pdf

AIR Ausschuss für Innenraumrichtwerte, Richtwert für Formaldehyd in der Innenraumluft, Bundesgesundheitsbl 2016, 59: 1040–1044

BAM UFOPLAN-Vorhabens „Emissionsverhalten von Bauprodukten auf Holzbasis - Formaldehyd und VOC“ (laufend)

ECA Report No. 8 (1991) Guideline for the Characterization of volatile organic compounds emitted from indoor materials and products using small test chambers, Commission of the European Communities

EN 16516 Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe – Bestimmung der Emissionen in die Innenraumluft

EN 717-1 Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammermethode

EnEV Energieeinsparverordnung, Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden

Hofmann H. et al., Zielkonflikt energieeffiziente Bauweise und gute Raumluftqualität – Datenerhebung für flüchtige organische Verbindungen in der Innenraumluft von Wohn- und Bürogebäuden (Lösungswege), in: Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V., 2016. UFOPLAN FKZ 3709 62 211

ISO 16000-9 Innenraumluftverunreinigungen – Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionsprüfkammer-Verfahren

Kah O. und Feist W., Luftwechselraten in bewohnten, sehr luftdichten Gebäuden mit kontrollierter Wohnungslüftung /Monitoring in einem Passivhaus-Geschosswohnbau, in, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2005.

Meyer B. et al., Formaldehydemissionen aus Spanplatten: Aktualisierung des WKI-Rechenmodells, Holztechnologie, 55 (2014).

Münzenberg U., Thumulla J., Luftwechsel im Gebäudebestand, in: 7. Pilztagung des VDB "sicher erkennen-sicher sanieren", Stuttgart, 2003.

Richter J. et al., 2017. Emissions of formaldehyde and VOCs from wood-based building products. Proceedings of Healthy Buildings 2017, paper 0175.

Salthammer T. et al., 2010. Formaldehyde in the indoor environment. Chemical reviews 110: 2536-2572.

Wilke O., Jann, O. 2016. Emissions of very volatile organic compounds (VVOC) from particle boards. Proceedings of Indoor Air 2016, paper id965.

Stand der analytischen Methoden: 01.2018**Bekanntmachung analytischer Verfahren für Probenahmen und Untersuchungen für die im Anhang 1 der Chemikalien-Verbotsverordnung genannten Stoffe und Stoffgruppen**

Anhang zu § 1 ChemVerbotsV	Parameter	Matrix	Probenaufarbeitung	Prüfverfahren/Methode
Eintrag 1: Formaldehyd	Formaldehyd	<p>1. flüssig/wässrig</p> <p>Wasch-, Reinigungs- und Pflegemittel</p> <p>2. fest</p> <p>Beschichtete und unbeschichtete Holzwerkstoffe</p>	<p>Matrix 1:</p> <p>Extraktionsverfahren</p> <p>Matrix 2</p> <p>Referenzverfahren: Emissionsmessung in der Prüfkammer; Mittelwert einer Doppelbestimmung vom 28. Tag als Ausgleichskonzentration; Luftwechsel 0,5/h, Beladung 1,8 m²/m³; teilweise Schmalflächenversiegelung: Umfang/Fläche = 1,5 m⁻¹</p> <p>zusätzliches Verfahren: Emissionsmessung in der Prüfkammer;</p>	<p>Photometrie / HPLC</p> <p>BVL K 84.00-7(EG):1991-09 HPLC (DNPH Methode)</p> <p>DIN EN 16516</p> <p>DIN EN 717-1</p>

			<p>Ausgleichskonzentration ist mit dem Faktor 2,0 zu multiplizieren</p> <p>abgeleitete Verfahren: Abgeleitete Verfahren sind nur zur Produktionskontrolle geeignet. Hierfür ist eine produktbezogene Herstellerkorrelation zu ermitteln.</p> <p>Gültig bis 31.12.2019:</p> <p>Prüfverfahren für Holzwerkstoffe und Produkte aus Holzwerkstoffen Referenzverfahren: Emissionsmessung in der Prüfkammer (alle plattenförmige Holzwerkstoffe) Abgeleitetes Verfahren: Extraktionsverfahren nach der Perforatormethode (nur Roh-Span- und Roh-Faserplatten) Abgeleitetes Verfahren: Emissionsmessung mit der Gasanalysemethode (nur Roh-Sperrholzplatten und beschichtete Platten)</p>	<p>z. B. EN ISO 12460-3</p> <p>Bundesgesundheitsblatt 34, 10 (1991), S. 488 - 489.</p> <p>DIN EN 717-1</p> <p>EN ISO 12460-5</p> <p>EN ISO 12460-3</p>
--	--	--	--	--