

Bestimmung der VOC-Emissionen aus Grobspanplatten (OSB-Platten) und ihre Bewertung nach dem AgBB-Schema

Measurement of VOC emissions from OSB boards and their assessment according to the AgBB scheme

Olaf Wilke¹, Frank Brozowski², Katharina Wiegner¹, Frank Brauer²

Abstract

Oriented strand boards (OSB) are often used for the construction of floors, ceilings and walls of buildings. In Germany and Europe OSB are mainly produced from pine wood (*Pinus sylvestris*). There have been complaints caused by smell or by irritation of mucous membranes when OSB have been used. Therefore some OSB were bought in Do-it-yourself stores and their VOC emissions were tested by means of emission test chambers. Out of six acquired OSB, four boards from three manufacturers would not meet the requirements of the German AgBB (Committee for Health Evaluation of Building Products) scheme. Main reason is the emission of unsaturated aldehydes. These compounds have low LCI values (lowest concentration of interest) due to their health effects. The application of anti-oxidizing agents during the production can help to reduce certain emissions.

Zusammenfassung

In den letzten Jahren ist der Markt für Grobspanplatten (engl.: Oriented Strand Boards, OSB) zum Einsatz beim Hausbau gewachsen. Die Platten werden in Deutschland und Europa hauptsächlich aus Kiefernholz hergestellt und finden Verwendung in Bodenbelägen, Decken und Wänden. Durch ihren Einsatz kann es zu gesundheitlichen Beschwerden, wie Geruchsbelästigungen oder Schleimhautreizungen, kommen. Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) hat im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) ein Forschungsvorhaben zu Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen durchgeführt. In Emissionsprüfkammern wurden unter anderem Proben von sechs OSB-Platten aus Baumärkten untersucht und ihre VOC-Emissionen (engl.: Volatile Organic Compounds, VOC) gemessen. Vier dieser Platten von drei verschiedenen Herstellern würden die Anforderungen des Ausschusses zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) nicht einhalten. Größtes Problem hierbei sind die ungesättigten Aldehyde. Der Einsatz von Antioxidantien während der Produktion kann helfen, ungewollte Emissionen deutlich zu reduzieren.

Einleitung

Die **Bewertung von Bauprodukten** hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Auswirkungen in der Nutzungsphase hat stark an Bedeutung gewonnen. Die europäische Richtlinie zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte – kurz Bauproduktenrichtlinie genannt – legt fest, dass Bauprodukte für Gebäude-nutzer gesundheitlich unbedenklich sein müssen.³

Das Grundlagendokument „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ zur Bauproduktenrichtlinie konkretisiert diese Anforderungen dahingehend, dass Schadstoffe in Innenräumen, zum Beispiel VOC, zu vermeiden oder zu begrenzen sind. Bis heute fehlen allerdings verbindliche und einheitliche europäische Bewertungsvorschriften für Bauprodukte (Wilke et al. 2012).

¹ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin.

² Umweltbundesamt, Dessau-Rosslau.

³ Inzwischen gibt es die neue Bauproduktenverordnung, die nach und nach in Kraft gesetzt wird und ab 1. Juli 2013 ausschließlich gilt und damit die Bauproduktenrichtlinie ablöst.

Holz und Holzprodukte werden oft als Konstruktionsmaterial für Häuser und Möbel genutzt. Deren Emissionen chemischer Substanzen haben einen Einfluss auf die Qualität der Innenraumluft. Insbesondere die Verwendung von Grobspanplatten (OSB-Platten) hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. 2008 wurden in Europa ungefähr 3,3 Millionen Kubikmeter produziert, davon etwa 30 % in Deutschland. OSB-Platten werden in Deutschland und Europa hauptsächlich aus Kiefernholz (*Pinus sylvestris*) hergestellt. Dabei werden lange, schmale Späne (Strands) erst bei hohen Temperaturen getrocknet und dann kreuzweise in drei Schichten unter sehr hohem Druck und bei hoher Temperatur übereinander verleimt.

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) hat im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) die Emissionen von VOC aus OSB-Platten untersucht. Zu den **VOC** zählen gas- und dampfförmige Stoffe organischen Ursprungs in der Luft. Dazu gehören zum Beispiel Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Aldehyde und organische Säuren. Viele Lösemittel, Flüssigbrennstoffe und synthetisch hergestellte Stoffe können als VOC auftreten, aber auch zahlreiche organische Verbindungen, die in biologischen Prozessen gebildet werden. Hunderte verschiedene Einzelverbindungen können in der Luft gemeinsam auftreten.

Die möglichen Auswirkungen raumluftherelevanter VOC und SVOC auf die **Gesundheit** und das Wohlbefinden der Raumnutzer reichen von der negativ empfundenen Geruchswahrnehmung über Reizerscheinungen an Schleimhäuten bis hin zu toxischen Langzeiteffekten. Expositionsvorversuche deuten darauf hin, dass kontinuierliche VOC-Emissionen Krankheitssymptome hervorrufen, die unter der Bezeichnung Sick-Building-Syndrom zusammengefasst werden (Wilke et al. 2012).

Ein Fokus lag bei dem Forschungsauftrag auf einer Evaluation der OSB-Platten nach dem 2001 eingeführten **AgBB-Schema** (AgBB 2001). Die aktuelle Version ist unter dem Link http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/dokumente/agbb_bewertungsschema_2012.pdf (Abrufdatum: 06.02.2013) zu finden. Das AgBB-Schema beschreibt ein gesundheitsbezogenes Evaluierungskonzept mit Bezug auf Emissionen von flüchtigen organischen Substanzen aus Bauprodukten auf der Basis von Emissionskammermessungen. Es orientiert sich an den sogenannten NIK-Werten (Niedrigste [toxikologisch] Interessierende Konzentration).

Um einen Überblick darüber zu bekommen, wie es sich mit den VOC-Emissionen bezüglich der Anzahl der verschiedenen Substanzen, ihrer jeweiligen Emissionsrate und ihrem Emissionsverhalten verhält, wurden Messungen für sechs OSB-Platten von fünf verschiedenen Herstellern durchgeführt.

OSB-Platten emittieren insbesondere Monoterpene, Aldehyde, Säuren und Aceton. Die Messungen zeigen, dass es auch Emissionen von ungesättigten Aldehyden gibt. Diese ungesättigten Aldehyde, wie zum Beispiel Heptenal und Oktanal, haben besonders niedrige NIK-Werte nach dem AgBB-Schema. Bisher wurden diese Substanzen nicht besonders beachtet oder über sie wurde nicht berichtet (Horn et al. 2007; Roffael 2006; Salthammer et al. 2003). Allein Makowski hat über Emissionen ungesättigter Aldehyde aus frisch produzierten OSB-Platten geschrieben (Makowski et al. 2005; Makowski, Ohlmeyer 2006a und 2006b).

Material und Methoden

Die Emissionsmessungen wurden in Testkammern nach der internationalen Norm DIN EN ISO 16000-9 (Beuth-Verlag 2006) durchgeführt. Die Temperatur betrug 23 °C, die relative Feuchte 50 % und die flächenspezifische Luftdurchflussrate q war $1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{h}$.

Die Probennahmen der organischen Stoffe wurden mit Hilfe von Tenax-Röhrchen durchgeführt. Die Analyse erfolgte mit thermaler Desorption plus

Abbildung 1: 24-Liter Prüfkammer mit Proben der OSB-Platten. Foto: Verfasser.

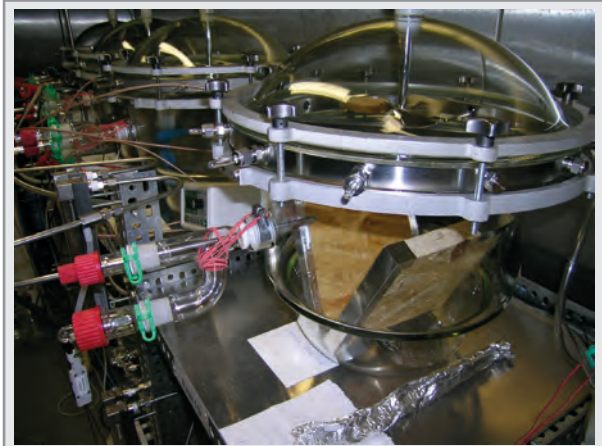
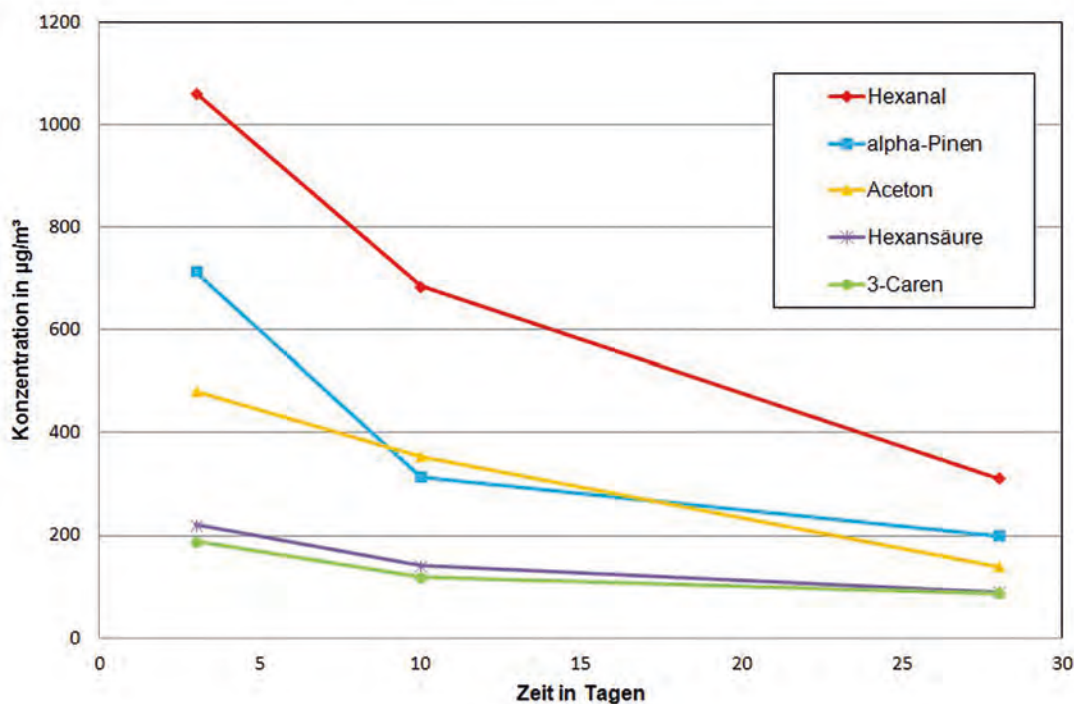


Abbildung 2: Emissionskurven für die wichtigsten Substanzen über die 28 Tage der Testkammermessungen.



Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung nach der Norm DIN ISO 16000-6 (Beuth Verlag 2004). Zusätzlich wurden Aldehyde und Ketone mit DNHP-Röhrchen beprobt und per HPLC-DAD nach DIN ISO 16000-3 (Beuth Verlag 2002) analysiert.

Die getesteten OSB-Platten wurden alle in lokalen Baumärkten gekauft, ihr genaues Alter war nicht feststellbar. Sie wurden aus der Mitte des jeweiligen Stapels entnommen. OSB 1 bis 5 wurden zwischen Dezember 2008 und März 2009 gekauft, OSB 6 im Februar 2010.

Die Proben hatten die Maße 19,1 x 19,1 cm und wurden aufrecht in die 24-Liter-Kammer eingestellt (**Abbildung 1**). Die Kanten wurden mit selbstklebender Aluminiumfolie abgedichtet, sodass ein Verhältnis von abgedichteten zu offenen Kanten erreicht wurde, wie es in der Norm DIN EN 717-1 (Beuth Verlag 2005) beschrieben wird.

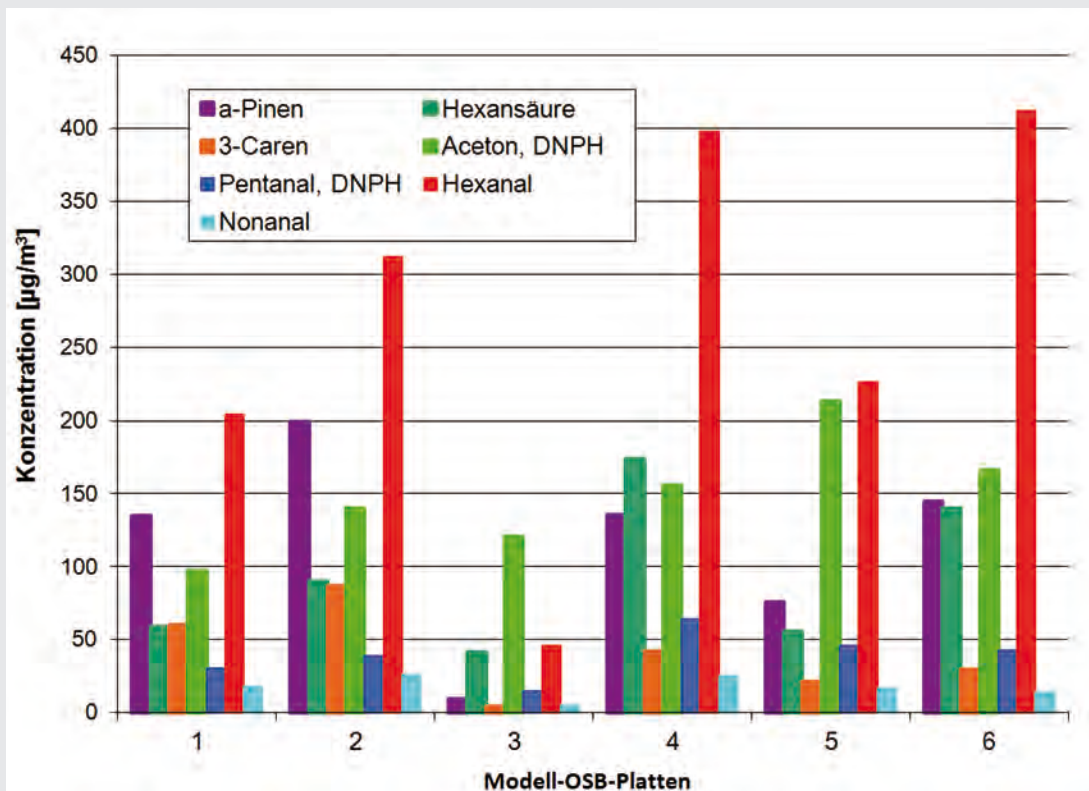
Die Bestimmung der Luftkonzentrationen in der Prüfkammer und die Bewertung nach dem AgBB-Schema fanden am 3., 7., 10. und 28. Tag statt (**Abbildung 2**).

Damit OSB-Platten eine zukünftige Gesundheitsbewertung nach dem AgBB-Schema bestehen können, ist es notwendig, die VOC-Emissionen und speziell die Aldehyd-Emissionen abzusenken. Deshalb wurden weitere Untersuchungen gemacht, wie VOC-Emissionen gesenkt werden könnten. Dazu wurde der Einfluss des Holzes, der Prozessparameter, wie Trocknungs- und Press-Temperaturen, und der Einsatz von Antioxidantien untersucht (Wilke et al. 2012; Wiegner et al. 2009).

Um den Einfluss von Antioxidantien zu testen, wurden vier mit Konservierungsstoffen (Wein- und Zitronensäure: Lösung B) behandelte OSB hergestellt. Die Trocknung der Späne (Strands) erfolgte dabei für jeweils zwei Platten bei 250 °C und 400 °C. Zum Vergleich erfolgte die Herstellung einer OSB-Platte ohne den Zusatz der Konservierungsstoffe (nur Wasser: Lösung A).

Fünf Tage nach der Herstellung wurden die Platten in Emissionsprüfkammern eingebracht und die VOC-Emission über einen Zeitraum von bis zu 49 Tagen gemessen.

Abbildung 3: Emissionen aus den in Baumärkten gekauften sechs OSB-Platten von fünf verschiedenen Herstellern am 28. Tag der Prüfkammermessungen (OSB 1 und OSB 2 sind vom selben Hersteller).



Evaluierung der Testergebnisse nach dem AgBB-Schema

Die Bewertung wurde mit Hilfe der Ergebnisse aus den Bestimmungen der VOC-Emissionen aus den Bauprodukten in Emissionskammertests durchgeführt. Konkret wurden für die Bewertung die Ergebnisse der Prüfkammeruntersuchungen nach 3 und 28 Tagen verwendet.

Der konkrete Ablauf der Prüfung richtete sich nach dem AgBB-Schema (AgBB 2001).

Ergebnisse

Abbildung 3 zeigt die wichtigsten VOC-Emissionen der sechs OSB-Platten von fünf verschiedenen Herstellern (OSB 1 und 2 sind vom selben Hersteller)

Tabelle 1: AgBB-Bewertung der OSB-Platten.

Kriterium/Anforderung nach AgBB-Schema OSB-Platte	TVOC ₃ mg/m ³ ≤ 10	TVOC ₂₈ mg/m ³ ≤ 1	TSVOC ₂₈ mg/m ³ ≤ 0,1	R ≤ 1	nicht bewertbare VOC mg/m ³ ≤ 0,1	Ergebnis AgBB	q m ³ /m ² × h
OSB 1	1,1	0,54	0	1,56	0,04	nicht bestanden	1,0
OSB 2	3,03	0,93	0	1,81	0,06	nicht bestanden	1,0
OSB 3	0,16	0,14	0	0,17	0,01	bestanden	1,0
OSB 4	2,82	0,98	0	1,90	0,02	nicht bestanden	1,0
OSB 5	1,75	0,56	0	0,56	0,03	bestanden	1,0
OSB 6	1,64	0,99	0	4,32	0,00	nicht bestanden	1,0

R-Wert: Summenwert aller Quotienten Ci/NIKi; q: flächenspezifische Luftdurchflussrate.

Tabelle 2: Emissionen ungesättigte Aldehyde aus den getesteten OSB-Platten.							
	OSB 1	OSB 2	OSB 3	OSB 4	OSB 5	OSB 6	NIK-Wert
Heptenal, [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	4	3	2	5	2	12	16
Oktenal, [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	10	11	0	9	4	20	18
Nonenal, [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0	0	0	0	0	4	20
Decenal, [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	6	6	2	4	2	4	22

am 28. Tag der Prüfkammertests. Die wichtigsten emittierten Stoffe sind Aldehyde, Terpene, Hexansäure und Aceton mit Hexanal als dominierender Substanz.

Die Ergebnisse der Bewertung nach dem AgBB-Schema sind in **Tabelle 1** zusammengefasst.

Vier von sechs OSB-Platten haben die Bewertung nach dem AgBB-Schema nicht bestanden. Entscheidend hierfür sind Emissionen ungesättigter Aldehyde. Diese Stoffe haben bei der Anwendung des AgBB-Schemas zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten einen dominierenden Einfluss, weil sie sehr niedrige NIK-Werte besitzen.

Der wichtigste Faktor bei der gesundheitlichen Bewertung von OSB-Platten ist der R-Wert – Summenwert aller Quotienten C_i/NIK_i . Dieser darf nicht über 1 liegen (bis 1,49 wird auf 1 abgerundet). OSB-Platten emittieren Stoffe, wie gesättigte Aldehyde und Terpene, mit NIK-Werten nahe

1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, aber auch ungesättigte Aldehyde mit NIK-Werten unter 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Summe der einzelnen R-Werte dieser Stoffe führt oft zu generellen R-Werten, die höher als 1 sind.

Die Konzentrationen der ungesättigten Aldehyde bei den getesteten OSB-Platten sind in **Tabelle 2** aufgeführt. OSB 1, 2, 4 und 6 zeigen erhöhte Konzentrationen insbesondere beim Oktenal, was zu hohen R-Werten führt. So liegt zum Beispiel der R-Wert bei OSB 2 nur für Oktenal ($11/18 = 0,61$) und Decenal ($6/22 = 0,27$) schon bei 0,88.

Die Auswirkungen der Behandlung der OSB-Platten mit Wein- und Zitronensäure (Lösung B) sind in den **Abbildungen 4 und 5** dargestellt. Stellvertretend für die Klasse der Aldehyde sind in der **Abbildung 4** die Ergebnisse für die Hexanal-Emission dargestellt.

Es zeigte sich eine deutlich geringere Emission an Hexanal aus den mit Lösung B behandelten Platten als aus den mit Lösung A behandelten Platten. Die

Abbildung 4: Hexanal-Emission aus OSB-Platten, die mit Lösung B (Wein- und Zitronensäure) oder ohne Antioxidantien (Lösung A: nur Wasser) hergestellt wurden.

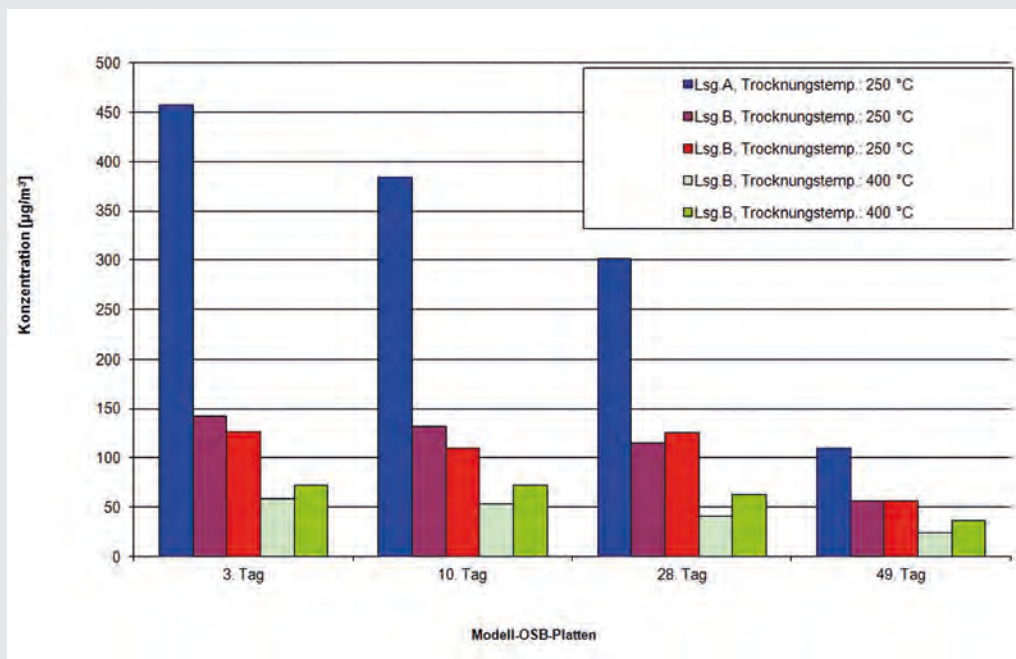
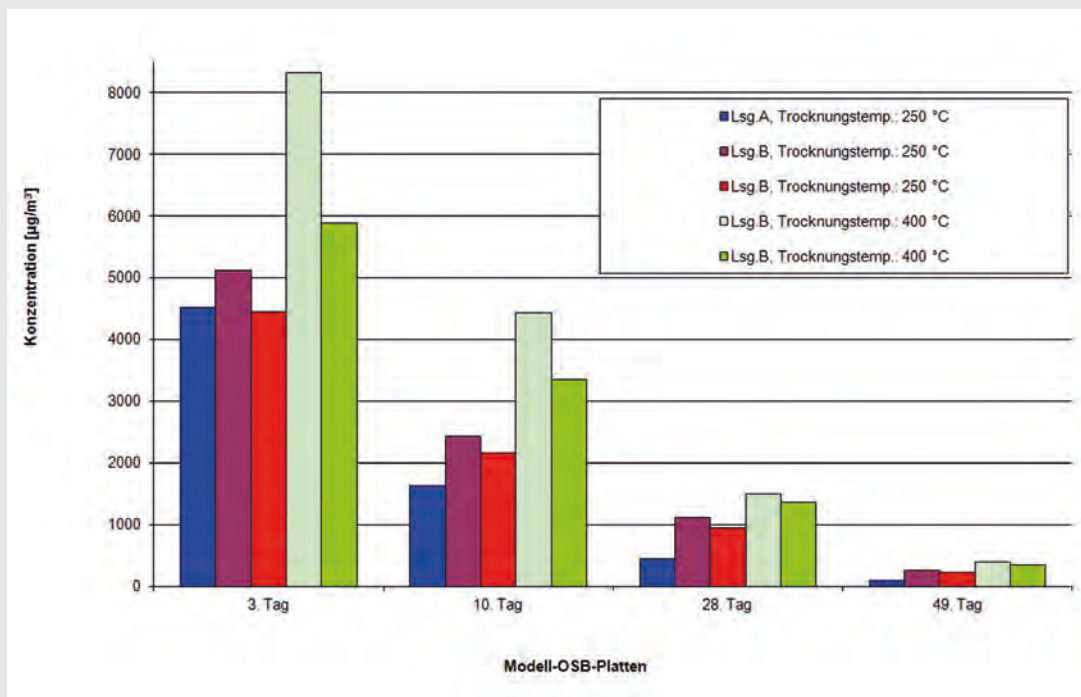


Abbildung 5: α -Pinen-Emission aus OSB-Platten, die mit (Lösung B) oder ohne Antioxidantien (Lösung A) hergestellt wurden.



Hexanal-Emission wurde um circa zwei Drittel auf ein Drittel der Vergleichsprobe reduziert. Die mit Lösung B behandelten Platten zeigten zu keinem Zeitpunkt der Untersuchung eine höhere Konzentration an Hexanal. Die Behandlung mit Lösung B erbrachte also eine Reduzierung und nicht nur eine zeitliche Verzögerung der Aldehyd-Emissionen.

In **Abbildung 5** sind die α -Pinen-Emissionen der fünf OSB-Platten, die mit den Lösungen A oder B behandelt wurden, dargestellt. Dabei zeigte sich eine höhere Terpen-Emission aus den mit Lösung B behandelten Platten, insbesondere beim Trocknen der Strands bei 400 °C (die mit Lösung A behandelten OSB-Strands wurden bei 250 °C getrocknet).

Diskussion

Schwerpunkt des Projektes war es insbesondere, Möglichkeiten zur Emissionsminderung aus OSB-Platten zu finden. Dazu kamen zum einen Variationen der Herstellungsprozessparameter in Frage, zum anderen wurde die Idee des Einsatzes von Antioxidationsmitteln aus der Lebensmittelindustrie umgesetzt (Patentanmeldung DE 10 2009 000 109.3).

Die Untersuchungen zum Einfluss der Herstellungsprozessparameter Trocknungs- und Presstemperatur

führten nicht zu der gewünschten Reduzierung der VOC-Emissionen. Obwohl Vorversuche an Strands bei einer Trocknungstemperatur von 400 °C höhere VOC-Emissionen (insbesondere von Terpenen) als bei 250 °C erbrachten, konnte bei den im Technikum entsprechend hergestellten OSB-Platten kein deutlicher Unterschied festgestellt werden.

Auch die Variation der Presstemperatur erbrachte keine eindeutigen Erkenntnisse für eine Reduzierung der VOC-Emissionen.

Als gute Möglichkeit zur Emissionsminderung erwies sich hingegen der Einsatz von Antioxidantien für die Reduzierung von Aldehyden. Hierdurch konnte die Aldehyd-Emission auf ein Drittel der Emission aus einer unbehandelten OSB-Platte abgesenkt werden.

Die Ergebnisse der Prüfkammermessungen an den eingekauften OSB-Platten zeigen, dass deren Emissionen teilweise die Werte des AgBB-Schemas überschreiten und damit also durchaus eine unerwünschte Belastung der Innenraumluft bei Verwendung von OSB-Platten für den Innenausbau von Häusern oder Wohnungen möglich ist. Hierbei ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass die Beladung bei gleichzeitigem Einbau von OSB-Platten im Fussboden, in der Wand und an der Decke deutlich

höher ist, als bei den im Vorhaben durchgeführten Prüfkammermessungen.

Der Vergleich von Aldehyd- und Terpen-Emissionen aus OSB-Platten (aus Kiefernholz) und aus Naturholz (massives Kiefernholz und Kiefernleimholz) zeigte, dass die Bildung der Aldehyde durch den Herstellungsprozess der OSB-Platten erhöht wird. Das Verhältnis von Aldehyden zu Terpenen wurde geändert: Beim nicht behandelten Kiefernholz war α -Pinen am stärksten vertreten, während bei OSB Hexanal die höchsten Emissionswerte zeigte (Wilke et al. 2012).

Hexanal ist ein guter Marker für die Emission auch anderer Aldehyde. Je höher die Hexanal-Emission ist, desto höher ist auch die Emission der kritischen ungesättigten Aldehyde.

Frisches Kernholz der Kiefer (*Pinus sylvestris*) zeigte deutlich geringere Aldehyd-Emissionen als Splintholz. In der Praxis ist es aber nicht möglich, OSB nur aus Kernholz herzustellen. Zwei vielversprechende Wege, Aldehyd-Emissionen zu senken, sind der Einsatz von Wein- und Zitronensäure als Antioxidantien während des Produktionsprozesses und die Produktion von OSB aus Fichtenholz.

Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass bei einer gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten nach dem AgBB-Schema viele OSB-Platten wegen zu hoher VOC-Emissionen durchfallen, insbesondere wegen zu hoher Emissionen ungesättigter Aldehyde. Die Holzwerkstoffindustrie ist gefordert, hier tätig zu werden.

Literatur

Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) (2001): Empfehlungen zur Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten. Umweltbundesamt. <http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/agbb.htm> (Abrufdatum: 06.02.2013).

Beuth Verlag (2002): DIN ISO 16000-3 – Innenraumluftverunreinigungen – Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen, Probenahme mit einer Pumpe. DIN ISO 16000. Berlin: Beuth-Verlag. 2002.

Beuth Verlag (2004): DIN ISO 16000-6 – Innenraumluftverunreinigungen – Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA®, thermische Desorption und Gaschroma-

tographie mit MS/FID. DIN ISO 16000. Berlin: Beuth-Verlag.

Beuth Verlag (2005): DIN EN 717-1 – Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammermethode DIN EN 717. Berlin: Beuth-Verlag.

Beuth Verlag (2006): DIN ISO 16000-9 – Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen – Emissionsprüfkammer-Verfahren. DIN ISO 16000. Berlin: Beuth-Verlag.

Horn W, Jann O, Kasche J, Bitter J, Müller D, Müller B (2007): Environmental and Health Provisions for Building Products – Identification and evaluation of VOC emissions and odour exposure. Federal Environmental Agency (Germany). UBA-Texte 21/2007. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3247.pdf> (Abrufdatum: 17.01.2013).

Makowski M, Ohlmeyer M (2006a): Impact of drying temperature and pressing time factor on VOC emissions from OSB made of scots pine. In: *Holzforschung* 60: 414–422.

Makowski M, Ohlmeyer M (2006b): Influences of hot pressing temperature and surface structure on VOC emissions from OSB made of scots pine. In: *Holzforschung* 60: 533–538.

Makowski M, Ohlmeyer M, Meier D (2005): Long-term development of VOC emissions from OSB after hot pressing. In: *Holzforschung* 59: 519–523.

Patentanmeldung DE 10 2009 000 109.3: Verfahren zur Emissionsminderung (Aldehydminderung) von Holz und Holzwerkstoffen.

Roffael E (2006): Ursachen für Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen. In: *Holz-Zentralblatt*, Nummer 20, 19.5.2006: 630ff.

Salthammer T, Boehme C, Meyer B, Siwinski N (2003): Release of primary compounds and reaction products from oriented strand board (OSB). *Proceedings of the 7th International Conference Healthy Buildings 2003*: 160–165.

Wilke O, Wiegner K, Jann O, Scheffer H, Brödner D (2012): Emissionsverhalten von Holz und Holzwerkstoffen. UBA-Texte 07/2012. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4262.pdf> (Abrufdatum: 16.01.2013).

Wiegner K, Wilke O, Jann O (2009): Study on VOC-Emissions from Oriented Strand Boards (OSB). *Proceedings of the 9th International conference Healthy Buildings 2009*. Syracuse, NY, USA. paper 247.

Kontakt

Dr. Olaf Wilke
Bundesanstalt für Materialforschung
Fachbereich 4.2: Materialien und Luftschadstoffe
Unter den Eichen 87
12205 Berlin
E-Mail: [olaf.wilke\[at\]bam.de](mailto:olaf.wilke[at]bam.de)

[UBA]