

TEXTE

07/2012

Emissionsverhalten von Holz und Holzwerkstoffen

Kurzfassung

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 3707 62 301
UBA-FB 001580

Emissionsverhalten von Holz und Holzwerkstoffen

Kurzfassung

von

**Dr. Olaf Wilke, Dr. Katharina Wiegner, Dr. Oliver Jann, Doris
Brödner, Harald Scheffer**
BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4262.html> verfügbar. Hier finden Sie den deutschen Bericht und eine englische Kurzfassung.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Durchführung der Studie: BAM – Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Unter den Eichen 87
12205 Berlin

Abschlussdatum: Februar 2010

Herausgeber: Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Redaktion: Fachgebiet III 1.4 Stoffbezogene Produktfragen
Dr. Frank Brozowski, Dr. Frank Brauer (jetzt III 2.5)

Dessau-Roßlau, März 2012

Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Untersuchungen zum Emissionsverhalten von Kiefernholz und daraus hergestellten Holzwerkstoffen wie OSB-Platten und Leimhölzern durchgeführt.

Zu diesem Zweck wurde zum einen das Holz einer frisch gefällten Kiefer untersucht und zum anderen wurden OSB-Platten von 5 Herstellern in verschiedenen Baumärkten eingekauft. Ebenso erfolgte dort der Einkauf von 5 Kiefer- und 2 Fichteleimholzplatten. Das Alter der Platten konnte nicht ermittelt werden.

Aus dem Holz der gefällten Kiefer wurden im Technikum des ihd in Dresden unter verschiedenen Bedingungen OSB-Platten hergestellt. Bei der Herstellung wurde die Trocknungstemperatur der Strands und die Presstemperatur variiert. Außerdem wurden Strands aus verschiedenen Stammabschnitten der Kiefer für die Herstellung verwendet.

Grundsätzliches Ziel war es, durch die Untersuchungen Lösungsansätze für die Emissionsminderung von VOCs aus Holzwerkstoffen, insbesondere aus OSB-Platten zu finden.

Dazu wurden in einer weiteren Herstellungsserie von OSB-Platten im Technikum des ihd auch Antioxidantien in den Herstellungsprozess zugegeben.

Eine Vorauswahl der Antioxidantien erfolgte durch Versuche mit Hilfe einer sogenannten μ -Kammer (Kammervolumen 45 ml, 6 Einzelkammern) bei denen die Emissionen aus frischen, getrockneten sowie mit verschiedenen Antioxidantien versetzten Strands 24 h nach dem Einbringen in die Kammern gemessen wurden. Mit diesem Screening konnte eine große Anzahl unterschiedlich behandelter Proben auch mehrmals untersucht werden.

Die problematischsten Substanzen in Hinblick auf die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten nach dem AgBB-Schema sind allgemein Substanzen mit einem niedrigen NIK-Wert. Im Falle der OSB-Platten sind dies ungesättigte Aldehyde. Diese Verbindungen werden bei der Herstellung durch die Oxidation von Fettsäuren gebildet, die im Kiefernholz im Vergleich zu anderen Holzarten mehr enthalten sind. Da auch die gesättigten Aldehyde, insbesondere Hexanal, bei der Fettoxidation gebildet werden, aber in höheren Konzentrationen, ist das Hexanal eine gute Leitkomponente für Untersuchungen zur Verminderung von Aldehydemissionen.

Von den im Handel erworbenen OSB-Platten hielten die Platten von 3 Herstellern (4 von 6 Platten) die Anforderungen des AgBB-Schemas nicht ein. Dabei spielten die Emissionen von ungesättigten Aldehyden eine entscheidende Rolle, da diese Substanzen einen großen Anteil am R-Wert hatten, der überschritten wurde.

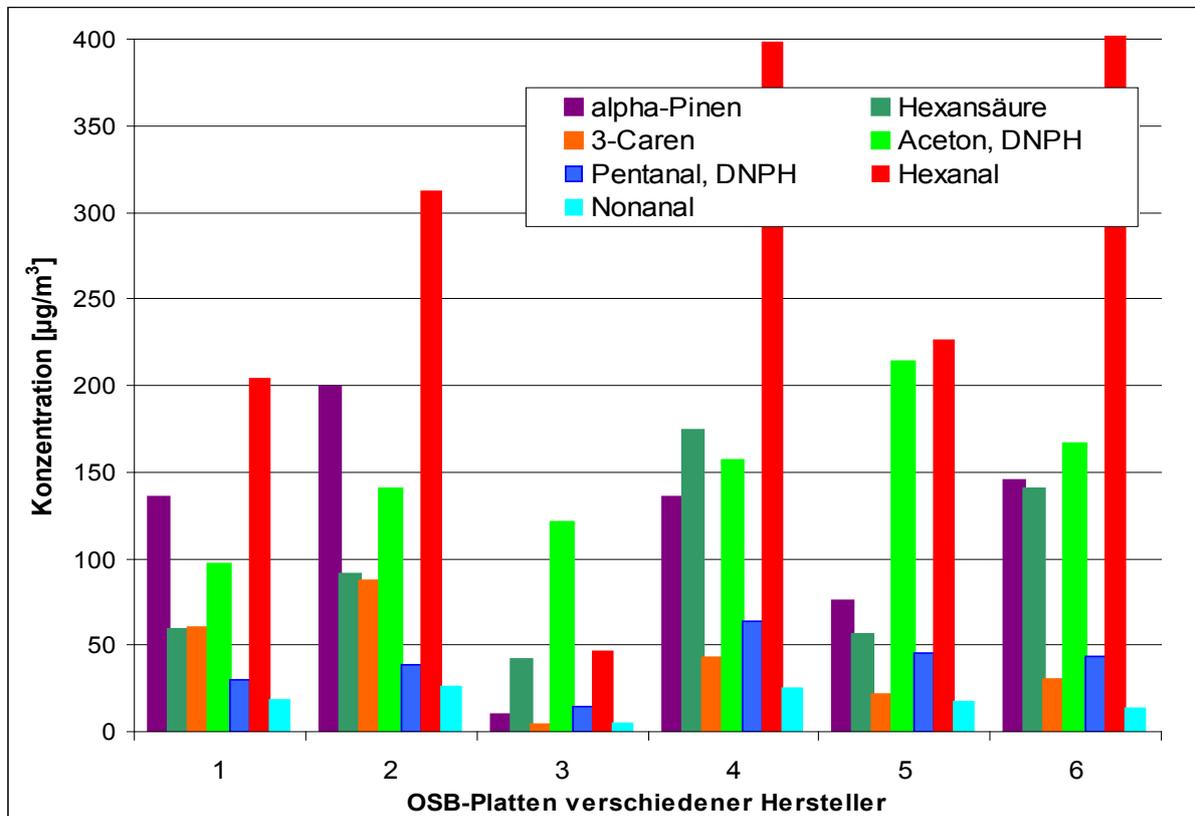


Abbildung 1: VOC-Emissionen aus OSB-Platten von fünf Herstellern (in Baumärkten erworben), 28. Tag der Prüfkammermessungen

Tabelle 1: AgBB-Auswertung der OSB-Platten

Probe	Kriterien/ Anforderungen				nicht- bewertbare VOC mg m ⁻³ ≤ 0,1	AgBB-Bewertung	q m ³ m ⁻² h ⁻¹
	TVOC ₃ mg m ⁻³ ≤ 10	TVOC ₂₈ mg m ⁻³ ≤ 1	TSVOC ₂₈ mg m ⁻³ ≤ 0,1	R ≤ 1			
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

Die Emissionsmessungen wurden in Prüfkammern (entsprechend ISO 16000-9) durchgeführt. Die Temperatur betrug 23°C, die relative Luftfeuchtigkeit 50% und die flächenspezifische Luftdurchflussrate q war 1 m³/m²h.



Abbildung 2: OSB-Platte in einer 24-Liter Emissionsprüfkammer

Die Bestimmung der Prüfkammerluftkonzentration und eine Auswertung nach dem AgBB-Schema erfolgten am 3., 7. bzw. 10. und am 28. Tag.

Die Probenahme für flüchtige organische Verbindungen erfolgte mit Tenax-Rohren, die Analyse mittels Thermodesorption und GC-MS (ISO 16000-6). Zusätzlich wurde für Aldehyde und Ketone eine Probenahme mittels DNPH-Kartuschen durchgeführt, die Analyse mit HPLC-DAD (ISO 16000-3).

Um eine Reduktion der Aldehydemissionen erreichen zu können, wurde zunächst der Einfluss der Rohstoffe und der Prozessparameter bei der Herstellung von OSB-Platten untersucht. Für diese Experimente wurde das Holz einer 80 Jahre alten Kiefer verwendet, die in mehrere Stammabschnitte von jeweils 2 m unterteilt wurde. Die Stammabschnitte 1, 4 und 7 (0-2 m, 6-8 m und 12-14 m) wurden in Kern und Splintholz unterteilt und die Emissionen der unterschiedlichen Proben in 24-l-Kammern ermittelt.

Aus den Stammabschnitten 2 und 6 wurden OSB-Platten mit verschiedenen definierten Herstellungsparametern im Technikum produziert.

Parallel wurden Vorversuche zur Auswahl der effektivsten Antioxidantien und Konservierungsstoffe durchgeführt. Danach wurden OSB-Platten mit Zusatz von Antioxidantien und Konservierungsstoffen aus den Stammabschnitten 3 und 5 unter festge-

legten Prozessbedingungen im Technikum hergestellt und mit unbehandelten OSB-Platten verglichen.

Die Untersuchungen an Kern- und Splintholz der Kiefer ergaben Unterschiede im Substanzspektrum der Emission und in der Höhe der Konzentrationen. Frische Stammabschnitte aus Splintholz emittierten mehr Aldehyde, beispielsweise Hexanal und Octanal und weniger Terpene, insbesondere α -Pinen und 3-Caren, als entsprechende Stammabschnitte aus Kernholz. Diese emittierten mehr Terpene und keine Aldehyde.

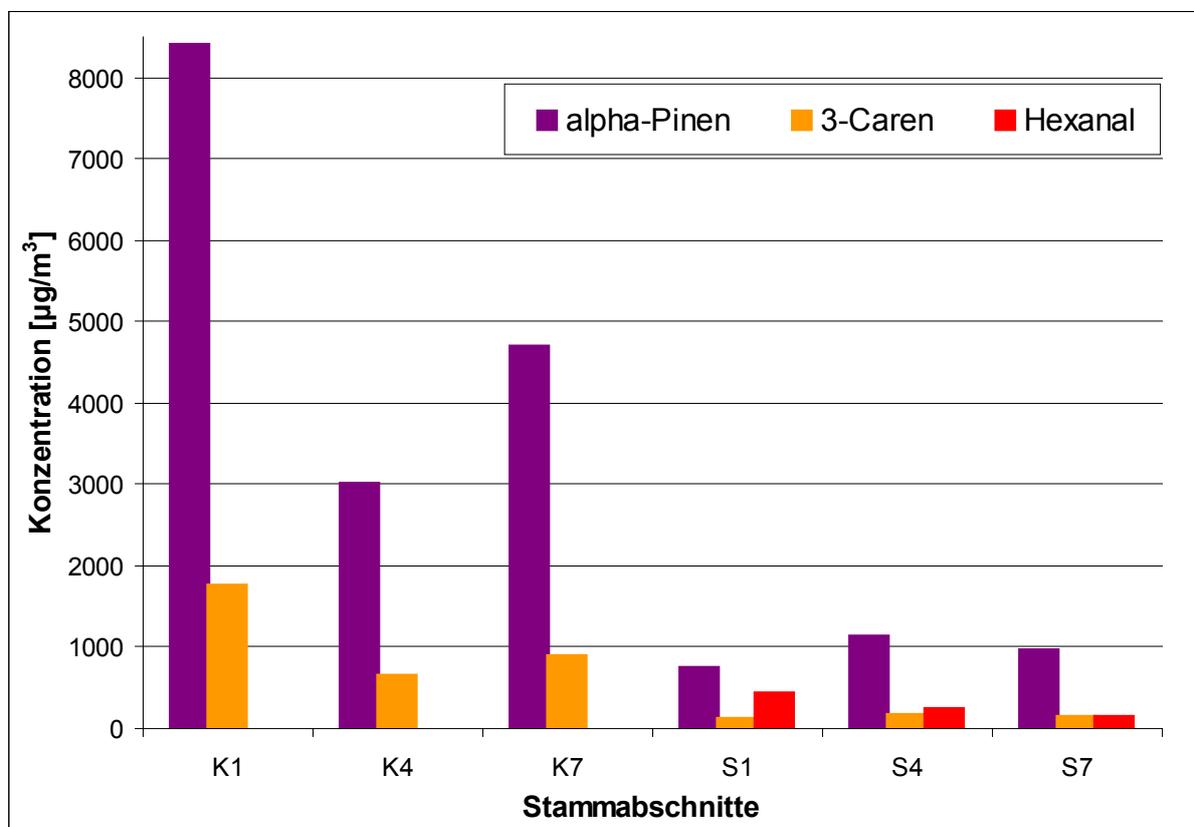


Abbildung 3: Vergleich der Hauptemissionen aus Kiefermassivholz am 28. Tag unterteilt in Kern- und Splintholz aus den Stammabschnitten 1, 4 und 7

Die Stammabschnitte aus Kern- und Splintholz wurden nach einer 14-monatigen Lagerung in einer Emissionskammer nochmals untersucht. Die Terpenemissionen nahmen sowohl im Kern- als auch im Splintholz während der Lagerung deutlich ab. Auch die Hexanal- und Hexansäureemissionen im Splintholz sanken innerhalb der 14 Monate. Im Gegensatz dazu stiegen die Hexanal- und Hexansäureemissionen aus dem Kernholz an. Das gelagerte Kernholz emittierte nach der Lagerung deutlich

mehr Hexanal als das Splintholz ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und auch die Hexansäure-Emission war nach der Lagerung aus dem Kernholz höher ($41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

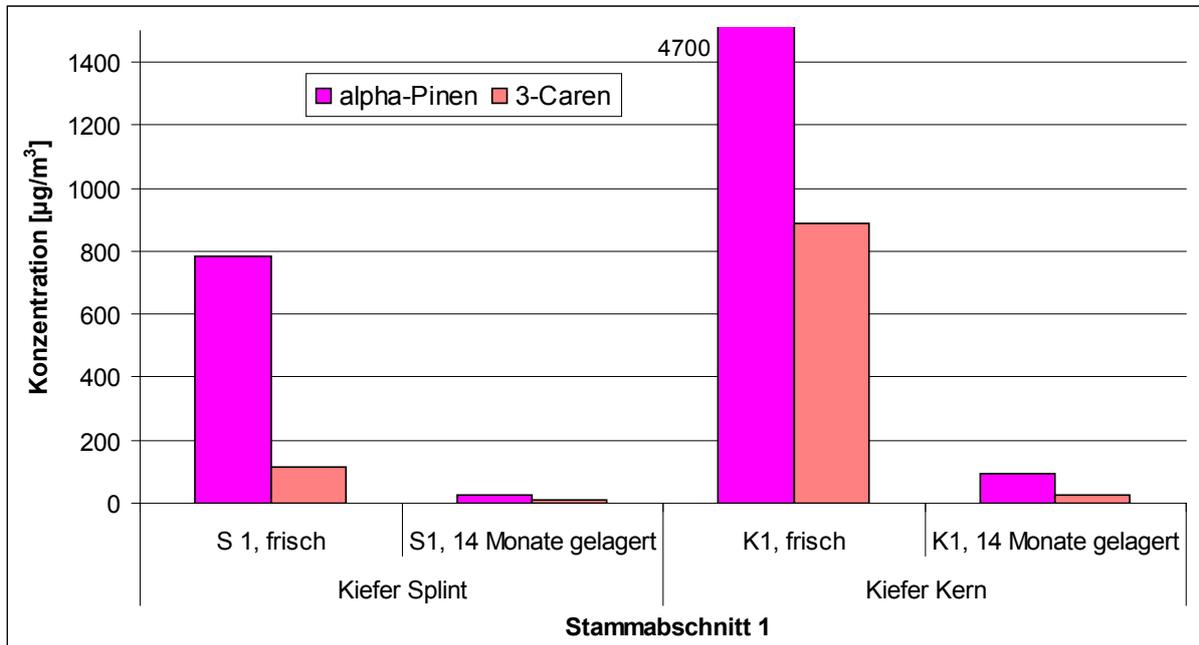


Abbildung 4: Vergleich der Terpenemissionen aus Kern- und Splintholz, frisch und gelagert

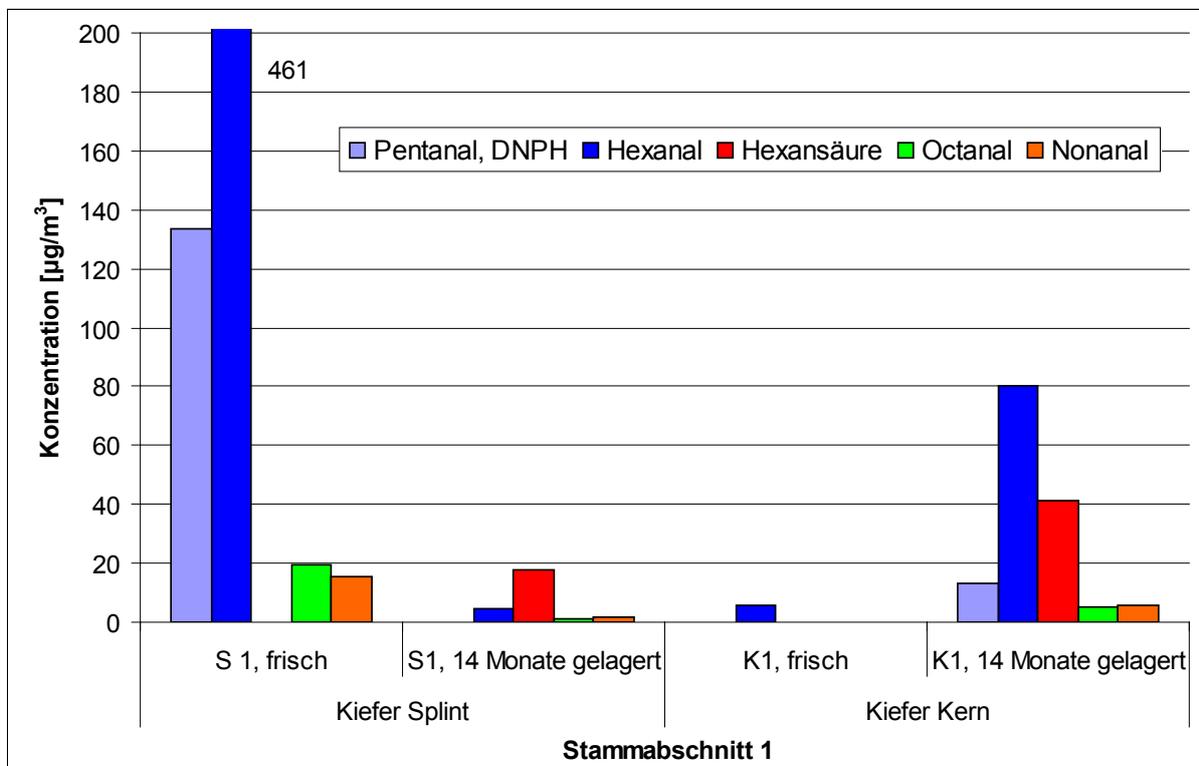


Abbildung 5: Vergleich der Aldehydemissionen aus Kern- und Splintholz, frisch und gelagert

Die Modell OSB-Platten wurden im Technikum des ihd unter definierten Herstellungsbedingungen produziert und in der BAM in Emissionsmesskammern geprüft. Es wurden dafür die zwei Stammabschnitte 2 und 6 (Höhe 2 bis 4 m bzw. 10 bis 12 m), zwei Trocknungstemperaturen (250 °C und 400 °C) sowie drei Presstemperaturen (190 °C, 220 °C and 250 °C) eingesetzt.

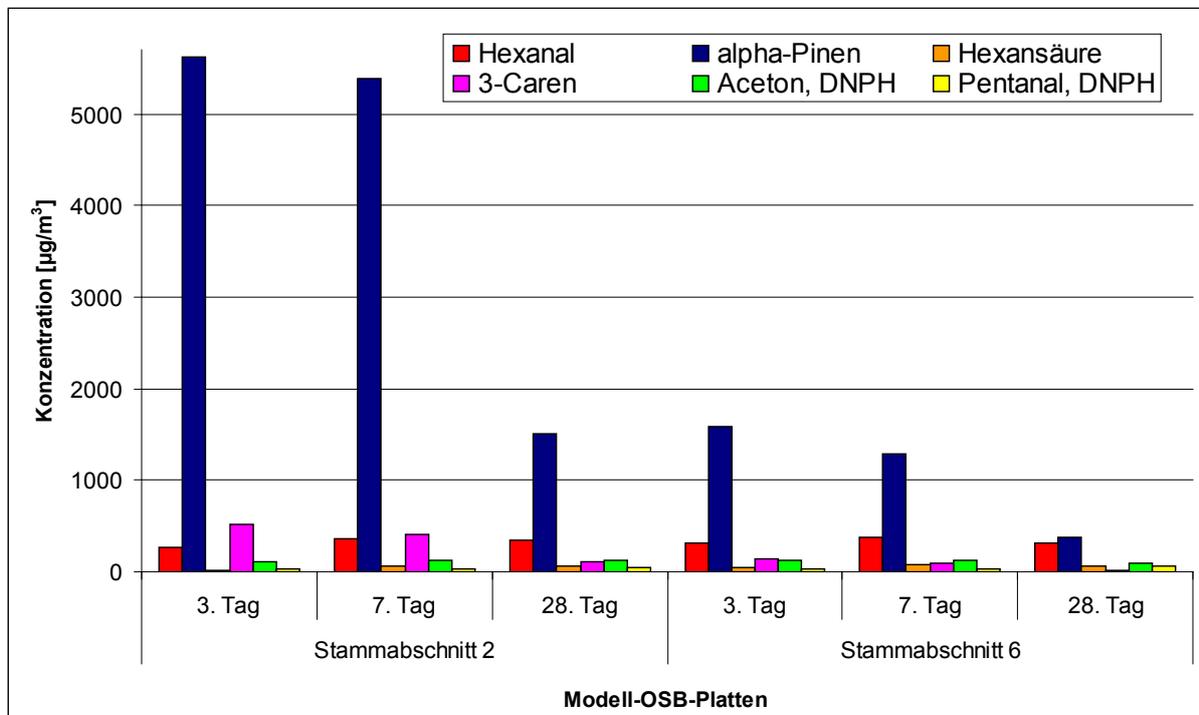


Abbildung 6: Vergleich der Emissionen aus OSB-Platten, die aus Strands der Stammabschnitte 2 bzw. 6 hergestellt wurden

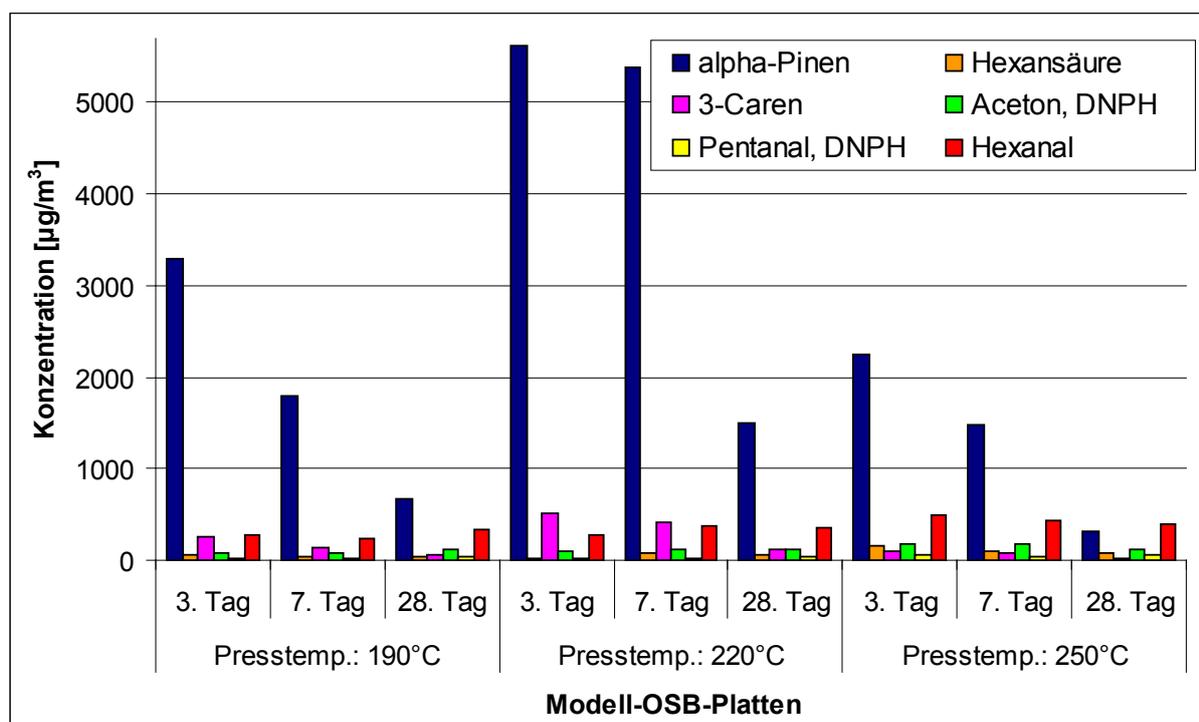


Abbildung 7: Vergleich der Emissionen aus OSB-Platten bei unterschiedlicher Presstemperatur (Trocknung der Strands bei 400 °C)

Die Untersuchungen zeigten einen Einfluss des Stammabschnittes. Die aus Stammabschnitt 2 hergestellten OSB-Platten emittierten wesentlich mehr Terpene als die OSB-Platten, die aus Stammabschnitt 6 hergestellt wurden. Die OSB-Platten aus Stammabschnitt 2 wiesen am 28. Tag eine α -Pinenkonzentration von $1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf, die OSB-Platten aus Abschnitt 6 hingegen nur $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Hexanalkonzentration war für beide Stammabschnitte ähnlich (ca. 300 bis $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und zeigte im Gegensatz zum α -Pinen kein Abklingen über 28 Tage.

Ein eindeutiger Einfluss der Herstellungsparameter Presstemperatur bzw. Strand-Trocknungs-temperatur auf die Hexanalemission der OSB-Platten war nicht feststellbar, eine Reduzierung der Aldehydemissionen durch Optimierung dieser Parameter somit nicht möglich.

Aus allen OSB-Platten wurde eine relativ konstante Acetonemission (Konzentration ca. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gemessen, unabhängig von der Trocknungs- und Presstemperatur. Die Terpenemissionen waren bei der Presstemperatur von $220 \text{ }^\circ\text{C}$ am höchsten, die Hexansäure-Emissionen bei $250 \text{ }^\circ\text{C}$ Presstemperatur.

Insgesamt war das Emissionsverhalten („Abklingkurve“) für Terpene, Aldehyde, Hexansäure und Aceton aus den im Technikum hergestellten OSB-Platten sehr unterschiedlich. Das unterschiedliche Abklingverhalten der Substanzen wurde durch die Vielzahl der Messungen (insgesamt wurden 16 OSB angefertigt) bestätigt.

Da sich die Aldehydemissionen mit den oben genannten Parametern nicht kontrolliert reduzieren ließen und weil die Aldehyde das Produkt einer Fettoxidation sind, wurde der Einsatz von Antioxidantien und Konservierungsstoffen aus der Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie erprobt und die Auswirkungen auf die Emissionen untersucht.

Im Rahmen von Vorversuchen wurden Strands einzeln in Lösungen von Antioxidantien oder Konservierungsstoffen getaucht und anschließend in einem Muffelofen bei $250 \text{ }^\circ\text{C}$ bzw. $400 \text{ }^\circ\text{C}$ getrocknet. Zum Vergleich wurden auch unbehandelte Strands im Muffelofen bei $250 \text{ }^\circ\text{C}$ bzw. $400 \text{ }^\circ\text{C}$ getrocknet. Nach der Trocknung wurden die Strands in eine Emissionsprüfkammer (μ -Chamber) eingebracht und die VOC-Emissionen bestimmt.

Dabei zeigte Lösung B das beste Reduktionspotenzial der Aldehydemissionen aller Lösungen A bis I.

Zur Herstellung der Modell OSB-Platten wurden deshalb frische Strands mit der wässrigen Lösung B bzw. mit der Vergleichslösung A (reines Wasser, keine Antioxidantien) in einer Beleimtrommel besprüht. Die Strands wurden danach bei 250 °C bzw. 400 °C im Technikum in einem Trommeltrockner getrocknet. Nach der Beleimung der getrockneten Strands erfolgte die Herstellung von OSB-Platten bei einer Presstemperatur von 220 °C (Presszeitfaktor 15 s/mm).

Insgesamt wurden fünf OSB-Platten (vier mit Lösung B und eine mit der Vergleichslösung A) hergestellt und untersucht. Nach der Herstellung wurden die Platten in Emissionsprüfkammern eingebracht und die VOC-Emissionen über einen Zeitraum von bis zu 49 Tagen gemessen. Die Ergebnisse der Hexanalreduktion sind in der Abbildung 8 dargestellt.

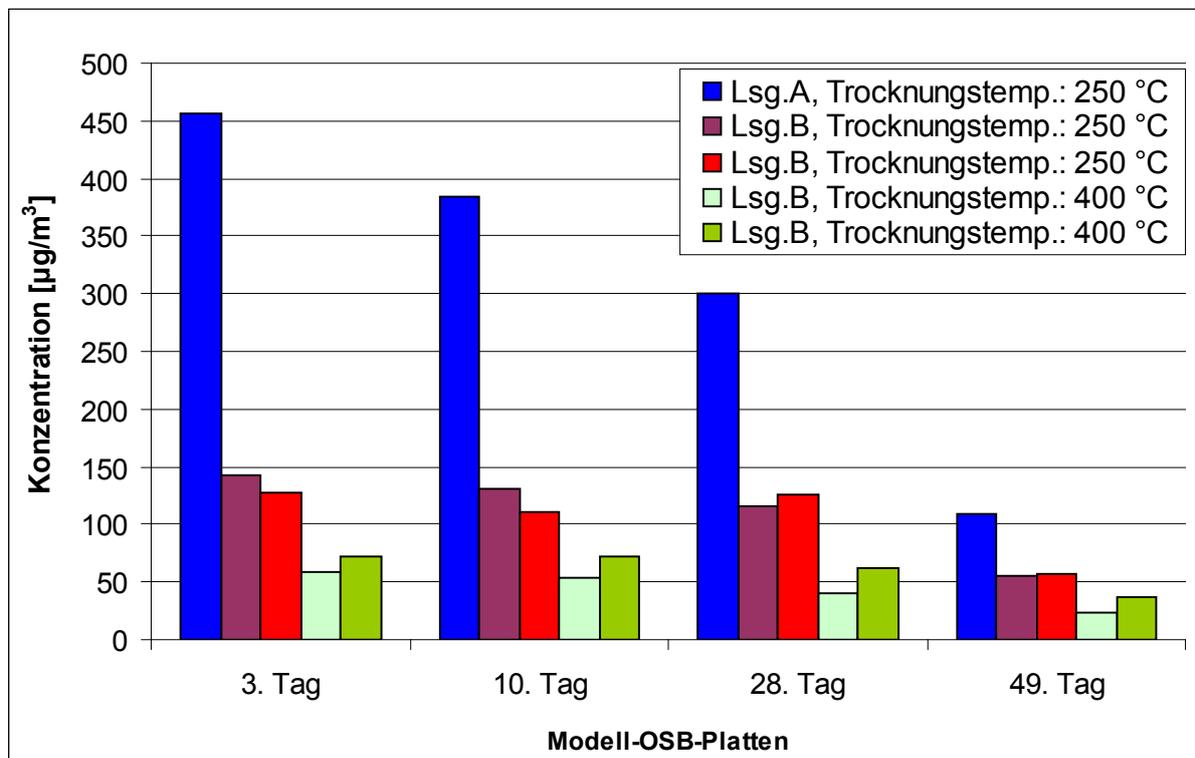


Abbildung 8: Vergleich der Hexanalemission aus OSB-Platten, die mit Lösung B oder ohne Antioxidantien (Lösung A) hergestellt wurden

Durch den Einsatz von Antioxidantien in Lösung B kam es zu einer Reduzierung der Aldehydemissionen sowohl bei einer Trocknungstemperatur der Strands von 250 °C als auch von 400 °C. Die Hexanalemission wurde auf ein Drittel der Vergleichsplatten reduziert. Die Hexanalemissionen der mit Lösung B behandelten OSB-Platten waren

vom dritten Tag an niedriger als die der Vergleichsplatte (Lösung A, 250 °C). Die behandelten Platten hatten auch zu keinem späteren Zeitpunkt eine höhere Konzentration an Aldehyden. Somit handelte es sich bei der Behandlung der OSB-Platten mit Lösung B um eine Reduktion der Aldehyde und keine zeitliche Verzögerung der Aldehydemissionen. Die Emissionen aus den OSB-Platten nach 10 Monaten Lagerung sind in Abbildung 9 dargestellt.

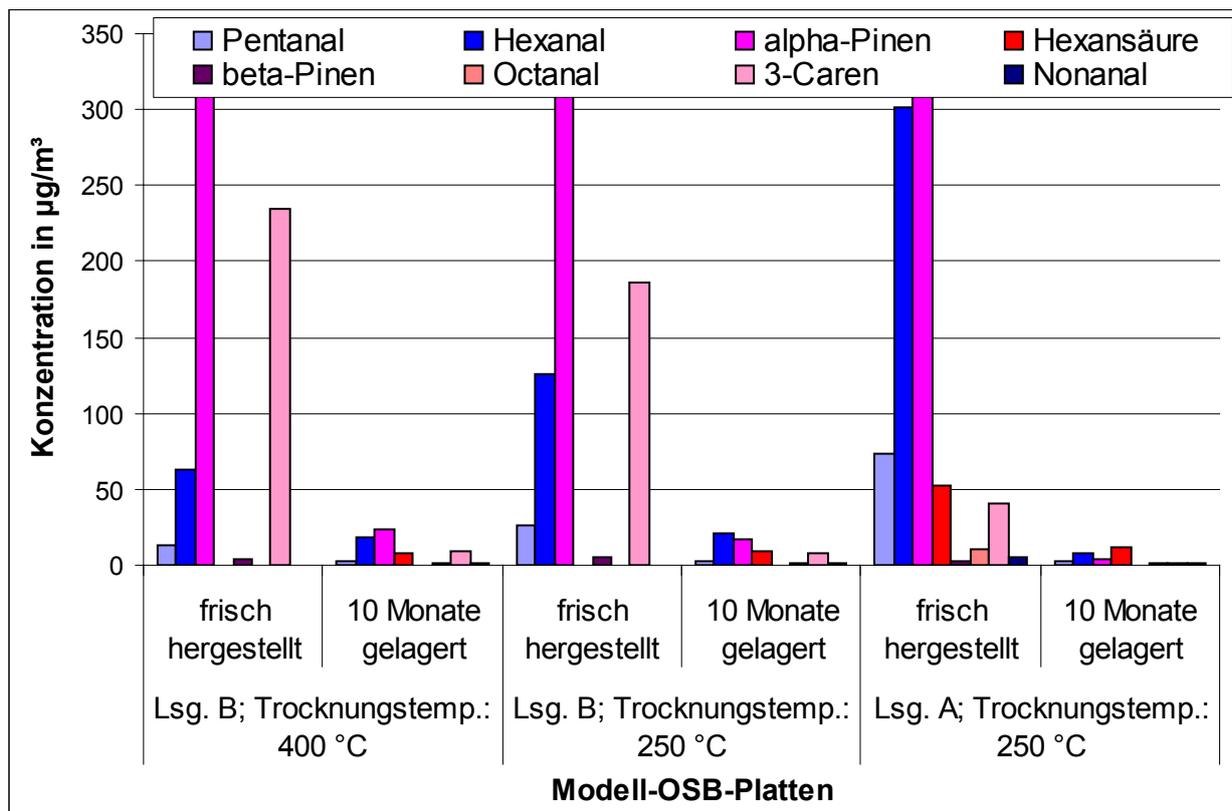


Abbildung 9: VOC-Emissionen der mit Antioxidantien behandelten (Lsg. B) OSB-Platten im Vergleich mit einer unbehandelten (Lsg. A) OSB-Platte, 28. Tag

Neben den OSB-Platten wurden auch fünf Kieferleimholzplatten und zwei Fichteleimholzplatten in unterschiedlichen Baumärkten eingekauft und untersucht. Über den Herstellungszeitpunkt und die Herstellungsbedingungen gab es keine Informationen. Bis auf eine Platte waren die Leimholzplatten einzeln in Folie eingepackt.

Die Gesamtsumme der Terpenemissionen (α -Pinen, β -Pinen, 3-Caren) aus den untersuchten Kieferleimholzplatten lag dabei in einem Fall am 28. Tag der Prüfkammernmessung bei 1600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Diese Platte überschritt damit den maximalen TVOC-Wert von 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nach AgBB-Schema. Auffällig war bei dieser Platte der Anstieg

der Terpenkonzentration vom 3. bis zum 28. Tag. Auch die Platte eines anderen Herstellers zeigte einen leichten Anstieg der Terpenemission über 28 Tage, allerdings auf niedrigerem Konzentrationsniveau.

Die Aldehydemissionen aller untersuchten Kieferleimholzplatten nahmen vom 3. zum 28. Tag ab. Die höchste Konzentration für Hexanal am 28. Tag betrug $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ansonsten lagen die Konzentrationen für Pentanal, Hexanal und Octanal maximal bei $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Terpen- und Aldehydemissionen der zwei erworbenen Fichteleimholzplatten sind sehr niedrig, schon am 3. Tag kleiner als $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hexansäure und Octanal konnten im Gegensatz zum Kiefernleimholz nicht nachgewiesen werden.

Vergleicht man die Emissionen der in Baumärkten eingekauften OSB-Platten mit den Leimholzplatten, so zeigte sich, dass die Emission von Terpenen am 28. Tag der Prüfkammermessung im Durchschnitt aus den Kiefernleimhölzern höher ist als aus den OSB-Platten (Abbildung 10). Im Gegensatz dazu war die Emission von Aldehyden aus den OSB-Platten viel höher als aus den Leimholzplatten (Abbildung 11).

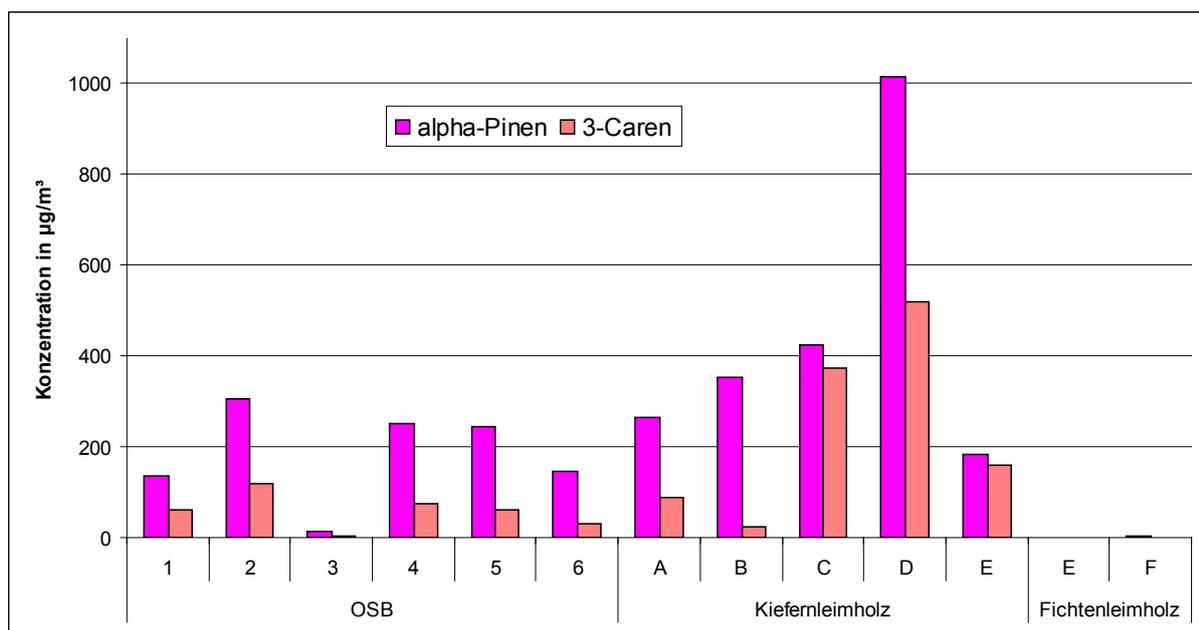


Abbildung 10: Terpenemissionen aus OSB- und Leimholzplatten am 28. Tag der Prüfkammermessungen

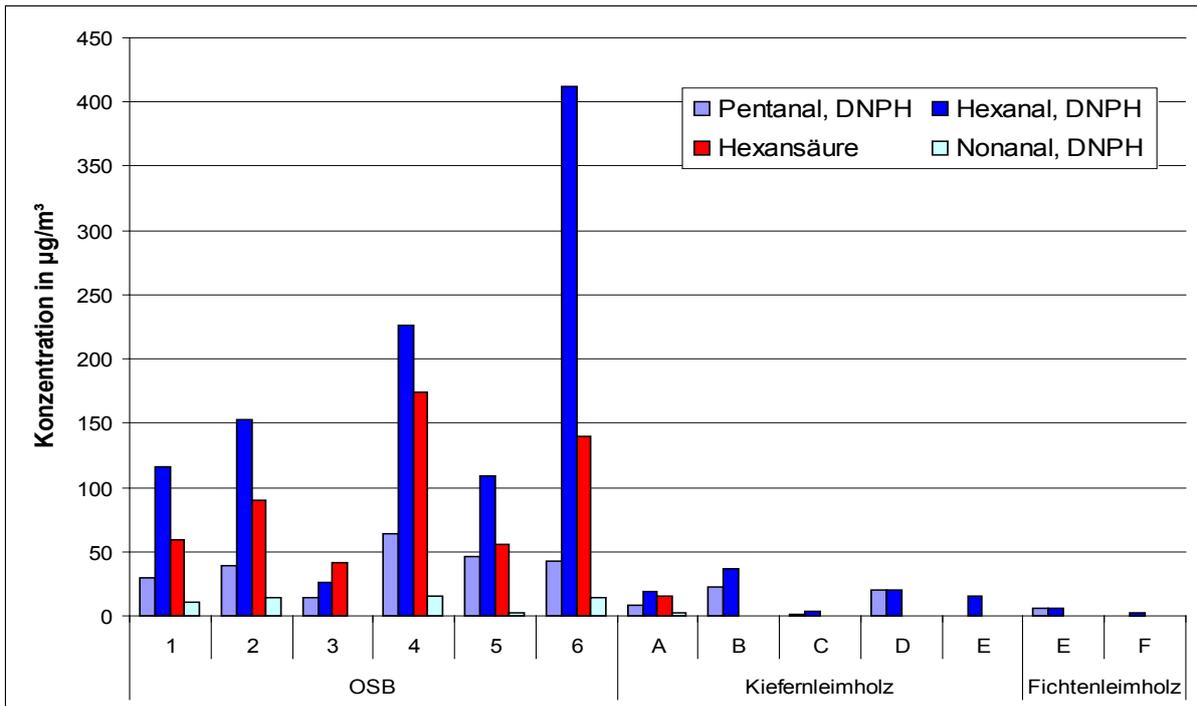


Abbildung 11: Aldehydemissionen aus OSB- und Leimholzplatten am 28. Tag der Prüfkammermessungen

Die Ergebnisse der sensorischen Prüfungen der untersuchten Hölzer und Holzwerkstoffe sind in Abbildung 12 dargestellt. Die Holzprodukte lagen am 28. Tag in einem Hedonikbereich von +1 bis -1. Die empfundene Geruchsintensität lag im Bereich zwischen 5 und 11 pi.

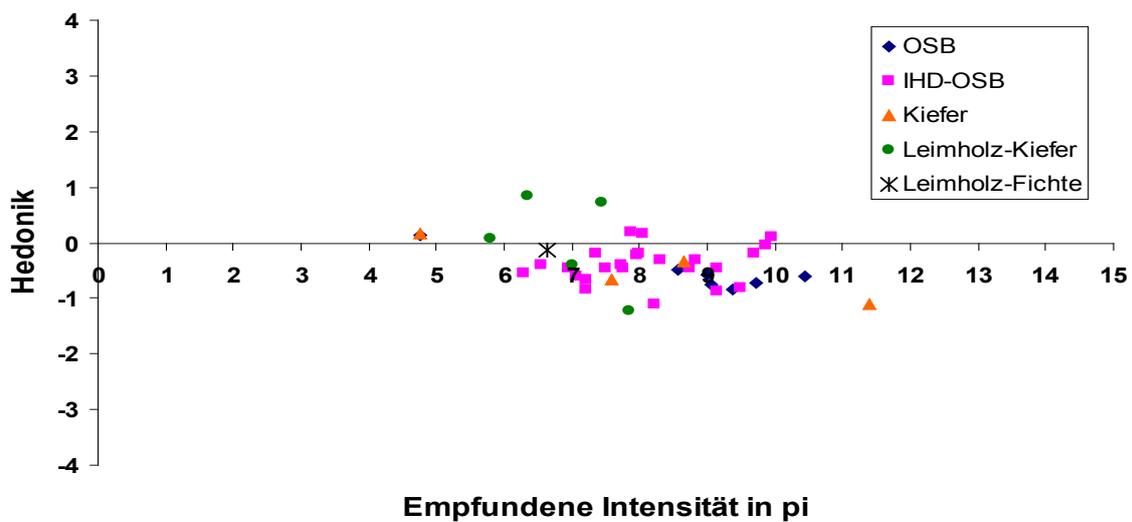


Abbildung 12: Darstellung der sensorischen Ergebnisse für die untersuchten Holzprodukte am 28. Tag (empfundene Intensität über Hedonik)