

# VOC-Emissionen aus mehrschichtigen Wand- und Deckenelementen in Holz- Rahmenbauweise

Dr. Ingo Mayer  
Berner Fachhochschule AHB  
Biel, Schweiz





# VOC-Emissionen aus mehrschichtigen Wand- und Deckenelementen in Holz-Rahmenbauweise

## 1. VOC-Emissionen aus Holzwerkstoffen im Holzbau

VOC-Emissionen aus Holzwerkstoffen sind vor allem auf Holzinhaltsstoffe zurückzuführen, die in Konzentration und Zusammensetzung zwischen verschiedenen Holzarten stark variieren. Einige wichtige Holzinhaltsstoffe werden unter Temperatur- und Sauerstoffeinfluss chemisch verändert, und führen zu weiteren VOC-Emissionen. Neben der Emission an Formaldehyd aus Klebstoffsystemen (insbesondere UF-Harze), welche an dieser Stelle nicht thematisiert werden sollen, kommt es zu keinen relevanten VOC-Emissionen aus Klebstoffbestandteilen von Holzwerkstoffen.

Bei Nadelhölzern sind die emissionsrelevanten Inhaltstoffe im Wesentlichen Terpene (z.B.  $\alpha$ -Pinen und 3-Caren) und Fettsäuren. Bei Kiefernholz ist der Harzanteil (Terpene) und der Anteil an Fettsäuren im Vergleich zu anderen heimischen Nadelholzarten hoch. OSB-Platten aus Kiefernholz haben deshalb ein großes Emissionspotential für VOC [5,6]. Die im Harz enthaltenen Fette und freien Fettsäuren, werden unter Temperatureinfluss leicht durch Sauerstoff oxidiert [11]. Bei einer fortschreitenden Oxidation der Fettsäuren werden schließlich Aldehyde gebildet, insbesondere Pentanal und Hexanal. Fettsäuren sind so empfindlich gegenüber oxidativen Veränderungen, dass auch bei Raumtemperatur fortlaufend Fettsäuren zu Aldehyden und anderen VOC durch Luftsauerstoff oxidiert werden und als VOC abgegeben werden.

Bei Laubhölzern besteht eine andere Ausgangslage. Da heimisch Laubholzarten keine Harzkanäle beinhalten, kommen im Laubholz keine Terpene oder Harzsäuren vor. Auch Fettsäuren kommen hier in deutlich geringerem Umfang als bei Nadelhölzern vor, da Laubhölzer, wie z.B. die Rotbuche eher Polysaccharide (Stärke) als Energiespeicher-Moleküle nutzen. Diese sind nicht flüchtig und erzeugen beim Heißpressen keine emissionsrelevanten Abbauprodukte. Lediglich die chemisch etwas unterschiedlich aufgebauten Hemicellulosen (höherer Anteil an Xylanen und Acetyl-Seitengruppen) resultieren in höheren Emissionen an Essigsäure und (in sehr geringem Umfang) an Furfural. Im Vergleich zu den Emissionen aus harzreichen Nadelhölzern stellen heimische Laubhölzer jedoch emissionsarme Alternativen für die Holzwerkstoffindustrie dar. Der Einsatz alternativer Holzarten für die OSB-Herstellung kann die VOC-Emission deutlich reduzieren. So wiesen z.B. OSB-Platten hergestellt im Technikums-Maßstab und basierend auf Buchenholz-Strands stark reduzierte VOC-Emissionen auf ( $\text{VOC} < 150 \mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$ , Tag 28 der Emissionsprüfung; Vergleich: OSB aus Kiefer bei ca.  $1000 \mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) Bei der Verwendung von Pappel-Strands konnten sogar noch tiefere Emissionsraten von ca.  $60 \mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$  erzielt werden [4].

Holzwerkstoffe wurden in mehreren Studien hinsichtlich ihres Emissionsverhaltens untersucht [5-13]. In einigen Studien wurde zur Erfassung und Bewertung der VOC-Emissionen auch das AgBB-Bewertungsschema zu Grunde gelegt [14]. Dabei konnten einige OSB-Produkte aus Kiefernholz die Anforderungen des AgBB-Schemas hinsichtlich der VOC-Emissionen nicht erfüllen. Arbeiten an der Universität Hamburg zeigen einen Einfluss der Trocknungsparameter für OSB-Strands auf die resultierenden VOC-Emissionen von OSB-Platten auf, der produktionstechnische Spielraum bei der OSB-Herstellung ist jedoch begrenzt, so dass keine wesentliche Reduktion des Emissionsverhaltens von OSB-Platten erzielt werden konnte [15,16].

Neben dem Emissionspotential der eingesetzten Holzart besitzt der Zerkleinerungsgrad der Holzpartikel (Strands, Späne, Fasern) einen Einfluss auf die VOC-Emissionen, welche mit zunehmendem Zerkleinerungsgrad kleiner werden (Tabelle 2). So variieren die VOC-Emissionen in frisch produzierten Holzwerkstoffen in einem Bereich von ca.  $100 \mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$  (MDF-Platte mit hohem Laubholzanteil) und in Einzelfällen von mehr als  $5000 \mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$  (OSB-Platten mit sehr hohem Kiefernholz-Anteil (Tabelle 1)).

Tabelle 1: Zusammenstellung typischer VOC-Emissionsraten handelsüblicher Holzwerkstoffe. Messwerte von Emissionskammerprüfungen, ISO 16000-9, Tag 28 [4]. Formaldehyd als VVOC ist nicht miterfasst.

Baustoff	Emissionsrate TVOC ( $\mu\text{g m}^2 \text{h}^{-1}$ ) ( $\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$ )
MDF-Platte	< 150
Spanplatte, Holzmix	< 250
OSB 3/OSB 4, Kiefer	500 - 1'200 (- 5'000)
3-Schichtplatte, Fichte	< 250
3-Schichtplatte, Tanne/Fichte	< 20
Leimholz-Platte, Kiefer	500 - 1'500

Bei Verfolgung des zeitlichen Verlaufs der Emissionen ist festzuhalten, dass insbesondere die Terpen-Emissionen in den ersten Wochen nach offener Exposition eines Holzwerkstoffes zur Raumluft stark zurückgehen. Dies ist ebenfalls an Messwerten von Emissionskammerprüfungen ersichtlich. Solange ein Holzwerkstoff über mehrere Wochen ungehindert VOC-Emissionen abgeben kann, ist schnell ein markanter Rückgang der Terpen-Emissionen feststellbar. Weniger günstig ist das zeitliche Emissionsverhalten für die aus Fettsäuren gebildeten Aldehyde. Die zugrundeliegenden Oxidationsreaktionen laufen langsam aber kontinuierlich ab und führen zu langanhaltenden Aldehyd-Emissionen. Durch Lagerung und Transport der Platten in Plattenstapeln und anschließend rascher Verbauung in mehrschichtigen Konstruktionen ist diese ungehinderte Auslüftungsphase in der Praxis - im Gegensatz zum normierten Emissionsprüfkammerversuch - in der Regel jedoch nicht gegeben. Holzwerkstoffe aus harzreichen Hölzern (insbesondere OSB-Platten mit hohem Kiefernanteil) stellen auch aufgrund Ihrer Einbausituation ein mittel- bis langfristiges Emissionsquelle für VOC-Emissionen dar.

Zunehmend kommt es in den letzten Jahren auch zu Klagen und Reklamationen von Endverbrauchern aufgrund auffälliger Gerüche in Innenräumen bei neu errichteten Gebäuden oder nach Bauen im Bestand. Auffällige Gerüche sind mittlerweile die am häufigsten genannte Ursache für Untersuchungen zur Raumluftqualität in Gebäuden (noch vor Überprüfung von Richtwerten, auftretenden Reizerscheinungen und Gesundheitsbeschwerden). Eine Reklamation von Fehlgerüchen trifft nicht selten bei Gebäuden in Holzbauweise auf, da die aus OSB entweichenden Aldehyd-Emissionen als olfaktorisch unangenehm empfunden werden ("Fehlgerüche") (Abbildung 2).

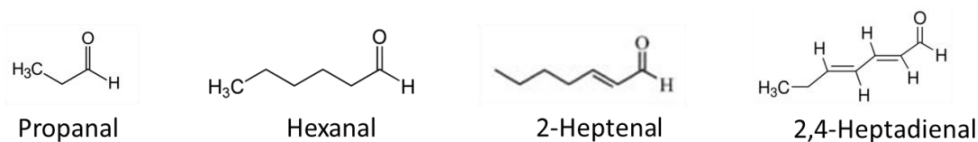


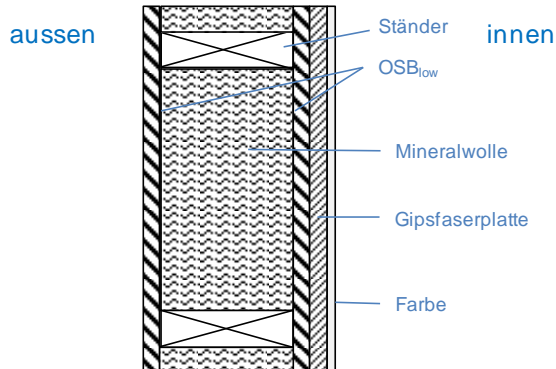
Abbildung 1: Strukturformeln geruchsintensiver Aldehyde aus Holz und Holzwerkstoffen, die beim oxidativen Abbau der im Holz enthaltenen Fettsäuren entstehen und an die Raumluft abgegeben werden

## 2. Emissionen aus mehrschichtigen Wand- und Dachaufbauten in die Innenraumluft

Weitestgehend unbekannt und empirisch noch nicht erfasst ist das Verhalten von Emissionen aus mehrschichtigen Aufbauten über einen längeren Zeitraum. Dies gilt insbesondere für die Frage der Migration von VOC-Emissionen durch eine oder mehrere darüber liegende Materialschichten in die Raumluft. In Hinblick auf übliche Materialkombinationen in Innenräumen betrifft dies insbesondere die häufig innenseitig eingebauten Gipskarton- oder Gipsfaserplatten mit darüber aufgetragenen Putz- und Farbschichten. Die Fragen a) wie stark zeitverzögert und b) ob eventuell abgeschwächt die Migration von VOC-Emissionen aus darunter eingebauten Holzwerkstoffen erfolgt, wurde an einem kürzlich abgeschlossenen und vom BAFU-WHFF (Bundesamt für Umwelt, Wald- und Holzforschungsfonds) geförderten Forschungsvorhaben an der Berner Fachhochschule untersucht [13].

Häufig in der Praxis eingesetzte Wand- und Dachaufbauten wurden zu Beginn des Projektes definiert (Materialtyp, Materialstärke, Aufbau). Dabei wurden zwei Wandaufbauten definiert, die sich im Aufbau hinsichtlich des Einsatzes der OSB-Platten unterscheiden (WA\_OSB2x und WA\_OSB1x, Abbildung 2).

### WA\_OSB2x



### WA\_OSB1x

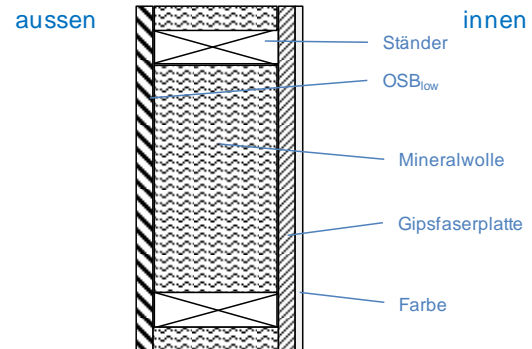
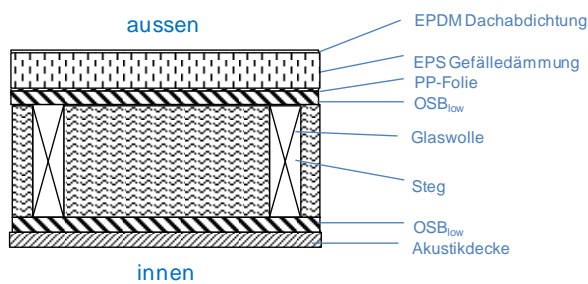


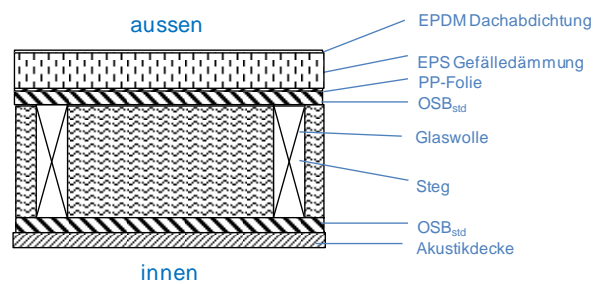
Abbildung 2: Aufbau mehrschichtiger Wandaufbauten

Zudem wurden zwei Dachaufbauten definiert, die sich im Typ der eingesetzten OSB-Platte unterscheiden. Aufbau DA-OSB<sub>low</sub> weist die emissionsreduzierte Variante (OSB<sub>low</sub>) der praxisüblichen OSB-Platte (OSB<sub>std</sub>) auf, die in Aufbau DA\_OSB<sub>std</sub> eingesetzt wurde (Abbildung 3). Als Alternative wurde ein dritter Dachaufbau definiert, beim dem eine 3-Schichtplatte (Holzartenmix Tanne/Fichte) eingesetzt wurde.

### DA\_OSB<sub>low</sub>



### DA\_OSB<sub>std</sub>



### "DA\_3S"

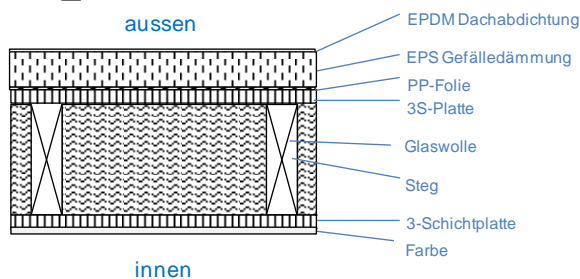


Abbildung 3: Aufbau mehrschichtiger Wand- und Deckenaufbauten

## 2.1. Emissionsverhalten einzelner Baustoffe

Zur Bestimmung der VOC-Einzelstoffemissionen der eingesetzten Baustoffe wurden diese einzeln in Emissionsprüfkammern gemäß EN 16516 geprüft und die flächenspezifische Emissionsrate  $SER_A$  (angegeben in  $\mu\text{g m}^2 \text{h}^{-1}$ ) für alle VOC-Einzelstoffe und den Summenparameter TVOC bestimmt.

Das Emissionsverhalten der OSB-Platte "OSB<sub>std</sub>" auf Basis von Kiefern-Strands ergibt einen  $SER_A$  von  $1270 \mu\text{g m}^2 \text{h}^{-1}$ , im Wesentlichen zusammengesetzt aus Terpenen (Herkunft: Baumharz) sowie Emissionen an C<sub>4</sub>-C<sub>9</sub>-Aldehyden und -Säuren (Tabelle 2).

Aldehyde und Säuren entstehen beim oxidativen und temperaturunterstützten Abbau der im Kiefernholz enthaltenen Fettsäuren und entweichen als Spaltprodukte der Reaktion (Sekundäremissionen). Im Vergleich hierzu weist die OSB-Platte "OSB<sub>low</sub>", mit hohem Fichten-Anteil und Kiefernholz-frei, deutlich verringerte Emissionsraten auf (SER<sub>A</sub> 706 µg m<sup>2</sup> h<sup>-1</sup>). Dies ist auf den verringerten Anteil an Fettsäuren im Holz der Fichte gegenüber der Kiefer zurückzuführen und spiegelt sich in deutlich geringeren Emissionsraten bei den gesättigten sowie ungesättigten C<sub>4</sub>-C<sub>9</sub>-Aldehyden (u.a. Pentanal, Hexanal, 2-Heptenal, 2-Octenal) sowie den organischen C<sub>4</sub>-C<sub>9</sub>-Säuren (u.a. Pentan- und Hexansäure) wieder. Deutlich niedrigere Emissionsraten weist die 3-Schicht-Massivholzplatte (Holzartenmix Fichte/Kiefer) auf, bedingt durch die in emissionstechnischer Hinsicht günstigen Voraussetzungen des Tannenholzes, der geringere emissionsrelevante innere Oberfläche des Werkstoffs sowie mutmaßlich durch die geringere Temperatureinwirkung im Herstellungsprozess, der die Erzeugung der oben genannten Spaltprodukte wesentlich beschleunigt. Auch die Gipsfaserplatte weist relevante Eigenemissionen auf, die sich im Wesentlichen aus Emissionen der in der Gipsmatrix eingebetteten Holzfasern ergeben, darunter Essigsäureester, Aldehyde und org. Säuren. Die übrigen Baustoffe weisen flächenspezifische Emissionsraten zwischen SER<sub>A</sub> 51 µg m<sup>2</sup> h<sup>-1</sup> (Glaswolle-Isolation) und 87 µg m<sup>2</sup> h<sup>-1</sup> (EPDM Dachabdichtung) auf. Ausnahmen bilden hier die selbstklebende PP-Folie (Emissionen aus der Klebeschicht) sowie die Farbe (SER<sub>A</sub> 1338 µg m<sup>2</sup> h<sup>-1</sup>, die welche als Wandfarbe eingesetzt wird. Letztere weist insbesondere hohe Emissionen an Glycolen und Glykolether auf, typische Emissionen von Lösungsvermittlern und Filmbildnern in wasserverdünnbaren Dispersionsfarben.

Tabelle 2: VOC-Emissionsraten einzelner Baustoffe der mehrschichtigen Aufbauten

Baustoff-Typ	Wichtigste VOC-Einzelstoffe	Ursprung Emissionen	Emissionsrate SER <sub>A</sub> TVOC (µg m <sup>2</sup> h <sup>-1</sup> )
OSB4 Std	Terpene, Aldehyde, org. Säuren	Harz, Fettsäuren	1256
OSB4 low	Terpene, Aldehyde, org. Säuren	Harz, Fettsäuren	706
Gipsfaserplatte	Toluol, Essigsäureester, Aldehyde, org. Säuren	Hilfsmittel, Holzfasern	91
3S-Platte	Terpene, Aldehyde, org. Säuren	Harz, Fettsäuren	62
Akustikdecke	Glykolether		52
Glaswolle-Isolation	Phenol-Derivate, Silan	Klebstoff, Haftmittel	51
Farbe	Essigsäure, Glykole, Glykolether, org. Säuren	Lösungsvermittler, Filmbildner	1338
Dachabdichtung EPDM	Benzothiazole		87
Gefälledämmung EPS	Styren, Benzaldehyd, Acetophenon	Grundstoffe, Verunreinigungen	70
Folie PP	Alkohole, Glykolether, Säureester	Klebstoff, Lösemittel	247

## 2.2. Emissionsverhalten von Wand- und Dachaufbauten

Die unterschiedlichen Aufbauten weisen im Ausgangszustand ein material- und konstruktionsbedingt stark unterschiedliches Emissionsverhalten auf. Die niedrigsten Emissionswerte weist der Dachaufbau DA\_OS<sub>B</sub>low mit einer TVOC-Konzentration von 774 µg/m<sup>3</sup> auf (Tabelle 3, Abbildung 4). Die Emissionen setzen sich mehrheitlich aus holzwerkstoffeigenen VOC-Einzelstoffen zusammen, die den Stoffklassen der Terpene (242 µg/m<sup>3</sup>), Aldehyde (173 µg/m<sup>3</sup>) und organischen Säuren (17 µg/m<sup>3</sup>) sowie weiteren Stoffklassen (58 µg/m<sup>3</sup>) zugeordnet werden können (Abbildung 4). Die Emissionen, die nachweislich nicht von Holzwerkstoffen abgegeben werden, liegen mit betragen mit 69 µg/m<sup>3</sup> nur ca. 10 % der Gesamtemissionen.

Höhere Emissionen weist der konstruktionsgleiche Aufbau DA\_OSB<sub>Std</sub> auf, bei dem im Gegensatz zum Aufbau DA\_OSB<sub>low</sub> eine handelsübliche OSB-Platte aus Kiefernholz zum Einsatz kam. Der TVOC-Wert liegt hier bei 1139 µg/m<sup>3</sup>. Die Verteilung der VOC-Einzelstoffe auf die einzelnen Stoffklassen ist vergleichbar mit dem Aufbau DA\_OSB<sub>low</sub>, nur dass jeweils höhere Werte für die aus Holzwerkstoffen stammenden Emissionen gemessen werden konnten (Terpene 458 µg/m<sup>3</sup>, Aldehyde 173 µg/m<sup>3</sup>, organische Säuren 28 µg/m<sup>3</sup>).

Deutlich höhere Emissionswerte wurden für den Aufbau DA\_3S gemessen (TVOC 1739 µg/m<sup>3</sup>). Bei genauer Betrachtung der vorliegenden Stoffklassen und Einzelstoffe fällt jedoch auf, dass sich nur ein geringer Anteil der Gesamtemissionen aus holzwerkstoffeigenen VOC-Einzelstoffen zusammensetzen (Terpene 42 µg/m<sup>3</sup>, Aldehyde 15 µg/m<sup>3</sup>). Der Großteil der Emissionen sind den Stoffklassen der organischen Säuren sowie Glykole und Glykolethern zuzuordnen (letztere in der Stoffklasse «Weitere\_div» aufsummiert), die nachweislich nicht aus der hier verbauten 3-Schichtplatte abgegeben werden. Das Emissionsprofil des Aufbaus wird somit maßgeblich von den Einzelstoffemissionen der eingesetzten Farbe dominiert. Die oben genannten organischen Säuren, Glykole und Glykolether konnten zuvor alle und in vergleichbarem Konzentrationsverhältnis bei Emissionsbestimmung der Farbe nachgewiesen werden. Auffällig sind jedoch hohen Essigsäure-Emissionen des Dachaufbaus DA\_3S. Zwar können wie oben beschrieben hohe Essigsäureemissionen bei Einzelmessung der Farbe detektiert werden, so dass das Auftreten von Essigsäureemissionen nicht verwundert. Die gleiche Farbe wird jedoch auch in den Wandaufbauten eingesetzt. Hier werden am Tag 3 jedoch nur geringe Essigsäurekonzentrationen von jeweils 18 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Unter Umständen hängen die unterschiedlichen Essigsäure-Emissionen mit der Wechselwirkung der Wandfarbe mit der darunterliegenden Materialschicht zusammen. Allerdings muss auch berücksichtigt werden, dass Essigsäure mit der eingesetzten analytischen Methode (EN 16516) nur unzureichend genau bestimmt werden kann. Im Fall der Wandaufbauten wird die Farbe auf eine Gipsfaserplatte aufgebracht, im Fall des Dachaufbaus DA\_3S auf eine 3-Schichtplatte. Es ist möglich, dass die Farbe in Wechselwirkung mit der obersten Fichte/Tanne-Massivholzlage der 3-Schichtplatte tritt und eine Abspaltung der Acetylseitengruppen der Hemicellulosen im Holz hervorruft, in deren Folge Essigsäure-Emissionen generiert werden.

Die Wandaufbauten WA\_OSB2x und WA\_OSB1x weisen etwa ähnlich hohe TVOC-Werte von 1990 µg/m<sup>3</sup> bzw. 1979 µg/m<sup>3</sup> auf. Wie bei Dachaufbau DA\_3S dominieren auch hier Einzelstoff-Emissionen der eingesetzten Wandfarbe (Glykole, Glykolether), aufsummiert in den Stoffklassen "Weitere\_div".) ein relevanter Anteil der Gesamtemissionen können den holzwerkstoffeigenen Stoffgruppen Aldehyde (102 µg/m<sup>3</sup> bzw. 81 µg/m<sup>3</sup>) und Terpenen (223 µg/m<sup>3</sup> bzw. 388 µg/m<sup>3</sup>) zugeordnet werden.

Tabelle 3: VOC-Emissionen wichtiger VOC-Stoffklassen aus mehrschichtigen Aufbauten nach deren Erstellung. Messwerte sind Mittelwerte (n=2) der Konzentration in der Prüfkammerluft (µg/m<sup>3</sup>).

	DA_OSBLow	DA_OSBStd	DA_3S	WA_OSB 2x	WA_OSB 1x
Weitere_HWSt	58	99	0	51	81
Weitere_div	69	108	2398	2502	2013
Säuren_HWSt	17	28	0	36	81
Säuren_div	0	0	758	0	36
Aldehyde_HWSt	173	208	15	102	81
Terpene_HWSt	242	458	42	223	388
TVOC <sup>1)</sup> Summenparameter	774	1139	1739	1990	1979

1) Die Bestimmung des Summenparameters TVOC erfolgt gemäß ISO 16000-6 über Toluol-Äquivalente und entspricht nicht der Summe der Einzelverbindungen, die über analytische Einzelstoffstandards genauer quantifiziert werden.

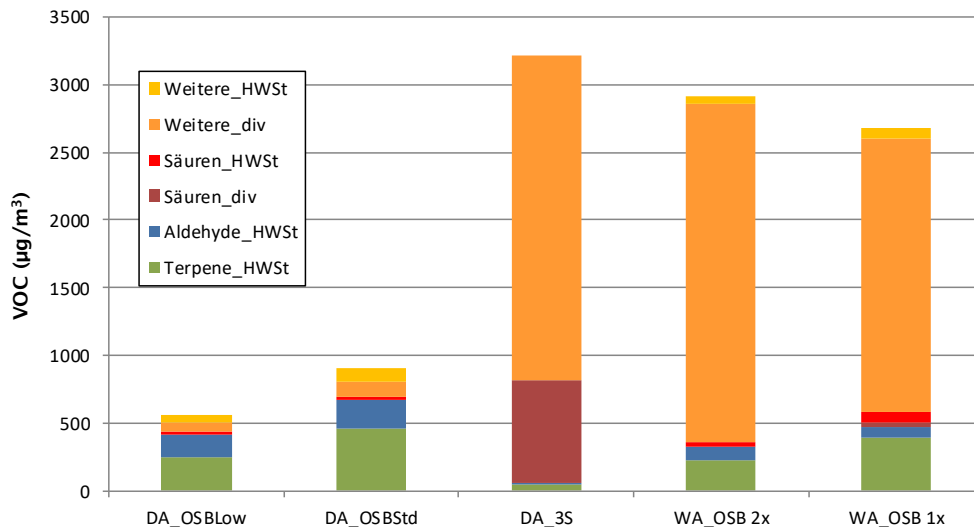


Abbildung 4 : VOC-Emissionen wichtiger VOC-Stoffklassen aus mehrschichtigen Aufbauten nach deren Erstellung (n=2).

### 2.3. Zuordnung der Emissionen der Aufbauten zu einzelnen Baustoffen

Eine Gegenüberstellung der Einzelstoffemissionen der Aufbauten mit denen der dafür eingesetzten Baustoffe lässt Aussagen über das Migrationsverhalten von Emissionen aus einzelnen Baustoffen in die Raumluft zu.

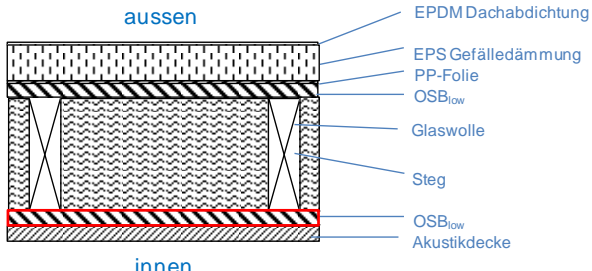
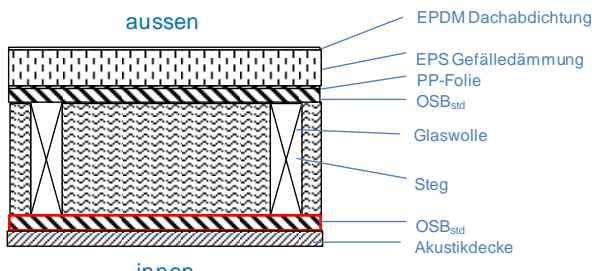
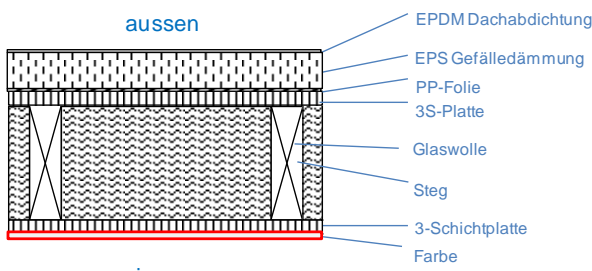
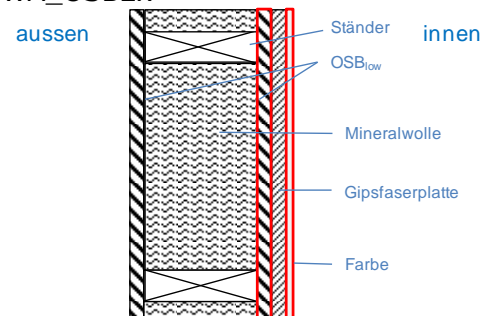
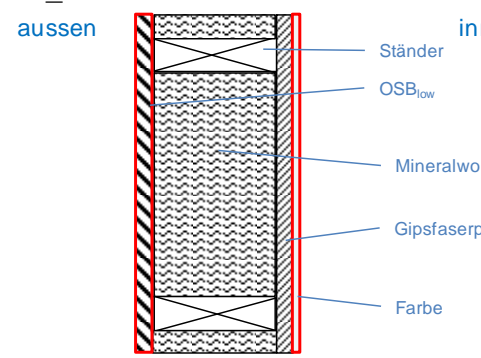
Für jeden Aufbau lassen sich ein bis zwei Materialschichten identifizieren, die im wesentlichen Anteil an den Emissionen des Aufbaus besitzen (Tabelle 4). Bei beiden Dachaufbauten unter Anwendung von OSB-Platten (DA\_OSBlow und DA\_OSBstd) sind die jeweils eingesetzten OSB-Platten die primäre Quelle der Emissionen des Aufbaus. Die darüber hinaus im Aufbau gemessenen Einzelstoffemissionen setzen sich aus Emissionen der Akustikplatte, der PP-Folie (insb. Essigsäurebutylester, Butanol) sowie der EPS-Gefälledämmung (Styren, Ethylbenzen, Benzaldehyd) zusammen. Selbst die eher aussenseitig liegenden Baustoffe tragen demnach (in geringem Umfang) zu den Emissionen des Aufbaus Richtung Innenraumluft bei.

Die Emissionen des Aufbaus DA\_3S setzen sich wie oben beschrieben aus den Emissionen der Farbe und möglicherweise aus der 3S-Platte (möglicherweise Essigsäureabspaltung auf Grund von Wechselwirkungen mit der Farbe) zusammen. Auch hier können Emissionen aus der PP-Folie gemessen werden.

Die beiden Wandaufbauten WA\_OS2x und WA\_OS1x werden nach deren Erstellung durch die Emissionen der Farbe dominiert. OSB-Emissionen sind aber dennoch in vergleichbarem Umfang anzutreffen wie bei den OSB-basierten Dachaufbauten.



Tabelle 4 : Schematische Darstellung der in jedem Aufbau besonders emissionsrelevanten Baustoffen (rot) und wesentliche Emissionen aus Schichten der Aufbauten.

Aufbau	Wesentliche Emissionsquellen
<p><b>DA_OSBlow</b></p> 	<p><b>Primäre Emissionsquelle:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- OSBlow</li> </ul> <p><b>Weitere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Akustikplatte (Nonanal, ua.)</li> <li>- PP (Essigsäurebutylester, Butanol)</li> <li>- EPS (Styren, Ethylbenzen, Benzaldehyd)</li> </ul>
<p><b>DA_OSStd</b></p> 	<p><b>Primäre Emissionsquelle:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- OSStd</li> </ul> <p><b>Weitere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Akustikplatte (Nonanal, ua.)</li> <li>- PP (Essigsäurebutylester, Butanol)</li> <li>- EPS (Styren, Ethylbenzen, Benzaldehyd)</li> </ul>
<p><b>DA_3S</b></p> 	<p><b>Primäre Emissionsquelle:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farbe</li> </ul> <p><b>Weitere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3S-Platte</li> <li>- PP (Essigsäurebutylester)</li> </ul>
<p><b>WA_OS2x</b></p> 	<p><b>Primäre Emissionsquellen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farbe (im zeitlichen Verlauf abnehmend)</li> <li>- OSBlow</li> </ul>
<p><b>WA_OS1x</b></p> 	<p><b>Primäre Emissionsquellen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farbe (im zeitlichen Verlauf abnehmend)</li> <li>- OSBlow</li> </ul>

### 3. Zusammenfassung

Die vergleichsweise hohen VOC-Emissionen der OSB-Platten prägen die Gesamtemissionen der daraus erstellten Aufbauten. Diese Emissionen setzen sich aus Einzelstoffen der Stoffklassen der Aldehyde, Terpene und org. Säuren zusammen. Die Einzelstoffe aller drei Stoffklassen besitzen vergleichsweise niedrige Geruchsschwellen, können also bereits in geringen Konzentrationen vom Menschen geruchlich wahrgenommen werden. Zudem wird der Geruch der ungesättigten Aldehyde und organischen Säuren, die als Spaltprodukte bei der Produktion der OSB-Platten und bei Luftkontakt gebildet werden, häufig als inakzeptabel beurteilt. Solche Emissionen sind häufig für die wahrgenommenen Fehlgerüche in der Raumluft von Innenräumen in Objekten in Holzbauweise verantwortlich.

Ein Dachaufbau unter Einsatz einer Fi/Ta-Dreischichtplatte zeigte kaum Holzwerkstoff-basierte Emissionen und belegt, dass bei Wahl einer emissionsarmen Alternative zur OSB-Platte das Emissionsverhalten von Aufbauten in Holzbauweise deutlich abgesenkt werden kann. Der Einsatz solcher Dreischichtplatten wird jedoch durch den damit einhergehenden Kostenmehraufwand eingeschränkt.

Der Einsatz einer emissionsreduzierten OSB-Platte (Pilotprodukt, kiefernholzfrei) führt zu geringeren Emissionswerten und zu einer Reduktion der Emission vergleichbarer Aufbauten um ca. 35 % gegenüber handelsüblichen OSB-Platten aus Kiefernholz. Mittel- bis langfristig sind insbesondere OSB-Platten, hergestellt aus Holzarten mit geringerem Emissionspotential, eine Option. Insbesondere inhaltsstoffarme Holzarten, darunter auch Laubhölzer wie Pappel oder Buche, sind hierbei aus emissionstechnischer Sicht interessante Alternativen.

Rauminnseitig über den OSB-Platten installierte Gipsfaserplatten und eine Wandfarbe wiesen keine wesentliche Barrierewirkung gegenüber den VOC-Emissionen aus den OSB-Platten in Richtung Innenraumluft auf.

Erneut konnte im vorliegenden Projekt aufgezeigt werden, dass die Materialwahl (neben der Umsetzung und dem Lüftungskonzept) Grundvoraussetzung für niedrige VOC-Konzentrationen in der Innenraumluft darstellt. Neben den OSB-Platten traf dieser Umstand vor allem auf eine marktgängige Innenraum-Farbe zu, die im vorliegenden Fall maßgeblich zur Gesamtemission der Aufbauten beitrug.

### 4. Fazit

Die immer häufiger in Werkverträgen festgelegten Zielwerte zum Summenparameter TVOC und zu einzelnen VOC-Stoffgruppen sind für den Holzbau dann schwer einzuhalten, wenn bestimmte Faktoren zusammenkommen. Insbesondere wenn keine raumlufttechnische Anlage verbaut ist (Konsequenz: Raumluftmessung bei Standardbedingungen, für 8 h geschlossener Raum) und großflächig OSB-Platten in Wand- und Deckenaufbauten verbaut sind, liegen die VOC-Konzentrationen in der Innenraumluft teilweise über den Zielwerten. Hinzu kommen immer häufiger Reklamationen der Raumnutzer entsprechender Objekte aufgrund von wahrgenommenen Fehlgerüchen, die ebenfalls mehrheitlich auf Emissionen handelsüblicher OSB-Platten zurückgeführt werden können. Die häufig zum Innenraum hin auf OSB verbauten Baustoffe (z.B. Gipsfaserplatten, Wandfarben) bieten keine effiziente Sperrwirkung gegen die Emissionen tieferliegender Materialschichten in den Innenraum. Kurzfristig kann der Einsatz von 3-Schichtplatten aus Tanne/Kiefern-Mix eine emissionstechnische (aber mit Mehrkosten verbundene) Alternative darstellen. Mittelfristig sind insbesondere OSB-Platten, hergestellt aus Holzarten mit geringerem Emissionspotential, eine Option. Holzarten wie Pappel, Birke oder Buche sind hierbei aus emissionstechnischer Sicht interessante alternative Holzarten bei der Herstellung von OSB.

## 5. Referenzen

- [1] Akrami, A. 2016, Dissertation Universität Hamburg
- [2] Roffael, E.; Dix, B.; Schneider, T. WKI-Kurzberichte 2004, 21/04.
- [3] Horn, W.; Jann, O.; Kasche, J.; Bitter, J.; Müller, D.; Final-report UFOPLAN: 202 62 320; Federal Environmental Agency (Germany): 2007.94
- [4] Salthammer, T., Boehme, B., Meyer, B., Siwinski, N. Proceedings of the 7th International Conference Healthy Buildings 2003, 2003; pp 160-165.
- [5] Manninen; Pasanen; Holopainen Science Direct- Atmospheric Environment 2002, 36, 1763-1768.
- [6] Augustin, H.; Puls, J. Timber Bulletin for Europe 1982, 34.
- [7] Roffael, E. Ursachen für Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen. Holz-Zentralblatt, 2006.
- [8] Jann O., Wilke O., Brödner D. UBA-Texte 74/99; UBA - Umweltbundesamt: Berlin, 1999.
- [9] Aehlig, K.; Broege, M. Holztechnologie 2005, 46, 11-17.
- [10] Wilke, Brozowski, Wiegner, Brauer (2013): UMID 1. Schwerpunkt Chemikalien, Umwelt und Gesundheit
- [11] Makowski, M.; Ohlmeyer, M. Holzforschung 2006, 60, 414-422.
- [12] Makowski, M.; Ohlmeyer, M. Holzforschung 2006, 60, 533-53
- [13] Mayer, I. Reduktion von Materialemissionen und Fehlgerüchen in der Innenraumluft von Gebäuden in Holzbauweise. Abschlussbericht Forschungsvorhaben BAFU WHFF , 2018