



# VOC-Barriere

## Mineralische Beschichtungssysteme zur Reduktion von Materialemissionen und Fehlgerüchen in der Innenraumluft von Gebäuden in Holzbauweise

### Forschungsbericht

<b>Bericht Nr.</b>	R.008939-10-65FE-01
<b>Auftrag Nr.</b>	R.008939-10-65FE
<b>Klassifizierung</b>	Öffentlich
<b>Datum</b>	05. Mai 2021
<b>Auftraggeber</b>	Bundesamt für Umwelt BAFU Abteilung Wald WHFF CH-3003 Bern
<b>Adresse der Forschungsstelle</b>	Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau Institut für Werkstoffe und Holztechnologie Kompetenzbereich Materialemissionen und Extraktstoffe Solothurnstrasse 102, CH-2504 Biel Tel / Fax +41 (0)32 344 03 41/91 <a href="http://www.ahb.bfh.ch">www.ahb.bfh.ch</a>
<b>Verfasser</b>	Prof. Dr. Ingo Mayer, Marco Paroni
<b>Projektverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Ingo Mayer  

## Abstract

In der vorliegenden Studie wurden verschiedene Beschichtungssysteme evaluiert, um die Migration flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) aus OSB-Platten in die Innenraumluft zu minimieren. Untersucht wurden mehrschichtige Aufbauten, bestehend aus OSB-Platten als Emissionsquelle, Gipsfaserplatten und verschiedenen Beschichtungsprodukte (Putze und Farben). Insgesamt 14 Systemvarianten, darunter kommerziell erhältliche Produkte sowie angepasste Systemformulierungen, wurden über 28 Tage in Emissionsprüfkammern analysiert. Gipsfaserplatten, oft als erste Schicht über OSB-Platten verwendet, zeigten dabei keine Barrierewirkung. Unterschiedliche Putzvarianten erreichten je nach Schichtdicke eine VOC-Sperrwirkung von bis zu 50%. Eine verbesserte Barrierewirkung wurde durch die Beimischung von Zeolithen als VOC-Absorber erzielt; ein Zeolith-haltiger Sumpfkalkputz erreichte selbst bei nur 1 mm Schichtdicke über 90% Barriereeffekt. Eine eingesetzte Latexfarbe wies ebenfalls eine hohe Barrierewirkung von 80% auf.

Eine Langzeitstudie über 140 Tage zeigte, dass die Sperrwirkung des Zeolith-haltigen Putzes in Bezug auf die Stoffgruppe der Terpene über den Verlauf der Zeit nachliess, während andere VOC-Stoffgruppen weiterhin nahezu vollständig abgesperrt wurden. Insgesamt konnten hier nach 140 Tagen noch ca. 80% Absperreffekt nachgewiesen werden. Unter praxisnahen Lüftungsbedingungen und Simulation einer punktuellen Stosslüftung wurde abschliessend ein häufig eingesetztes System mit Latexfarbe geprüft. Auch hier

konnte nach 28 Tagen Prüfzeitraum noch ein Absperreffekt von 74% auf die VOC-Emissionen nachgewiesen werden.

Zusammenfassend bietet die untersuchte Latexfarbe und mit Zeolithen versetzte Putzsysteme effektive Lösungen zur Verringerung der VOC-Emissionen aus OSB-Platten in Innenräumen. Auch wenn dieser Absperreffekt über den Verlauf der Zeit nachlässt, wird doch ein signifikanter Beitrag zur Reduktion der VOC-Konzentrationen in der Innenraumluft geleistet, insbesondere in den ersten Monaten nach Ende der Bauphase. Dies ist von Bedeutung, da in diesem Zeitraum in der Regel Raumluftmessungen zur Überprüfung von Zielwerteinhaltungen durchgeführt werden und VOC-Emissionen weiterer oberflächlich angewendeter Baustoffe wie Dichtstoffe, Lacke noch vergleichsweise hoch sind. Die Sperrwirkung der untersuchten Systeme hilft in dieser Situation die Gesamtkonzentration aller VOC-Einzelverbindungen in der Innenraumluft, den in Zielwertüberprüfungen relevanten TVOC-Summenparameter, deutlich zu reduzieren.

**Keywords:** Holzbau, OSB-Platten, Emissionen, VOC, Sperrwirkung

## Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung und Zielsetzung	4
2	Material und Methoden	6
2.1	Grundsätzliches Vorgehen	6
2.2	Baustoffe	6
2.3	Aufbau der Prüfmuster	8
2.4	Bestimmung des Emissionsverhaltens der Einzelbaustoffe und Systemvarianten	10
2.4.1	Zielsubstanzen	10
2.4.2	Prüfmittel und Parametereinstellungen zur Bestimmung der Materialemissionen in 25L-Emissionsprüfkammern	10
2.4.3	Durchführung einer Langzeitmessung in einer 1 m <sup>3</sup> -Emissionsprüfkammer	12
3	Ergebnisse und Diskussion	14
3.1	Emissionsverhalten der als Emissionsquelle eingesetzten OSB-Platten	14
3.2	Barrierewirkung von Beschichtungssystemen gegenüber Emissionen aus darunterliegenden OSB-Platten	16
3.2.1	Standardmessungen in 25L-Emissionsprüfkammern bis zu 28 Tagen Dauer	16
3.2.2	Langzeitmessungen	20
3.2.3	Langzeitmessung einer Systemvariante mit Latexfarbe in einer 1 m <sup>3</sup> -Emissionsprüfkammer	21
4	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	23
	Anhang A: Komplettauswertung 28 Tage Messungen	25
	Anhang B: Auswertungen Messungen in der 1 m <sup>3</sup> -Kammer	55
	Anhang C Beschichtungen auf Glas	71

# 1 Problemstellung und Zielsetzung

## Anforderungen an die Raumlufthqualität steigen

Bauprozesse beinhalten immer häufiger Zielwerte zur VOC-Konzentration in der Raumlufth nach deren Fertigstellung. Die Einhaltung solcher VOC-Zielwerte wird von diversen Labels des nachhaltigen Bauens (DGNB, MINERGIE-ECO und andere) und in individuellen Vereinbarungen in den Werkverträgen gefordert. Häufig wird zu einem Zeitpunkt von vier Wochen nach der Baufertigstellung die Einhaltung der Summe an VOC (TVOC-Konzentration) von 1000 µg/m<sup>3</sup> in der Innenraumlufth der neu erstellten Objekte überprüft.

## Holzwerkstoffe tragen zu VOC-Emissionen und Fehlgerüchen in der Innenraumlufth bei

Die Erfahrung von Abschlussmessungen zur Überprüfung der Raumlufthqualität in Gebäuden in Holzbauweise belegen, dass der nach Kriterien von Nachhaltigkeitslabels oder individueller Vereinbarungen von Werkverträgen häufig definierte Zielwert für den Summenparameter TVOC von 1'000 µg/m<sup>3</sup> teilweise deutlich überschritten wird. Häufig sind die Gründe unterschiedlich und eine Verallgemeinerung nicht möglich. Allerdings spielen auch Emissionen aus Holzwerkstoffen, die nicht aus dem Klebstoffsystem sondern aus den Holzkomponenten der Holzwerkstoffe stammen, eine wichtige Rolle. Solche holzeigenen Emissionen (insbesondere Terpene, Aldehyde und organische Säuren) werden aus holzbasierten Produkten aus den Wand-, Boden- und Deckenaufbauten Innenraumlufth miterfasst. Diese Emissionen «addieren» sich dann zu den ohnehin vorhandene Lösemittelemissionen weiterer Baustoffe (Bodenbelagskleber, Parkettsiegel, Farben, Dichtmassen, etc.). Im Vergleich zum Massivbau besitzt der Holzbau in Bezug auf die Raumlufthqualität damit einen nicht zu unterschätzenden Nachteil in Bezug auf die Einhaltung des TVOC-Richtwertes.

Die genannten Emissionen sind auf holzeigene Bestandteile, die bei der Holzwerkstoffherstellung unter Temperatur- und Sauerstoffeinfluss chemisch verändert werden (Spaltprodukte), zurückzuführen und sind unabhängig von der Art des eingesetzten Klebstoffsystems (kein Klebstoff- bzw. Formaldehyd-Problem!).

Holzbasierte VOC-Emissionen sind im Wesentlichen mono und dizyklische Terpene (z.B. α-Pinen, D-Limonen, 3-Caren u.a.), gesättigte und ungesättigte Aldehyde (z.B. Pentanal, Hexanal, 2-Decenal, 2-Octenal) sowie organische Säuren, hauptsächlich Essigsäure. Ein Teil der Emissionen sind sogenannte Sekundäremissionen. Darunter werden Stoffe verstanden, die Reaktionsprodukte natürlich vorhandener Bestandteile des Holzes sind. Hauptsächlich sind Holzwerkstoffe betroffen, die grosse Partikelgrössen und einen Anteil Nadelholz im Rohstoffmix aufweisen. Dies sind insbesondere OSB-, Span-, und Dreischicht-Massivholzplatten.

Zunehmend kommt es in den letzten Jahren auch zu Reklamationen von Endverbrauchern aufgrund auffälliger Gerüche in Innenräumen bei neu errichteten Gebäuden oder nach dem Bauen im Bestand (z.B. Renovation). Auffällige Gerüche sind mittlerweile die am häufigsten genannte Ursache für Untersuchungen zur Raumlufthqualität in Gebäuden (noch vor Überprüfung von Richtwerten, auftretenden Reizerscheinungen und Gesundheitsbeschwerden). Eine Reklamation von Fehlgerüchen tritt auch bei Gebäuden in Holzbauweise auf, da einige der aus den Holzwerkstoffen entweichenden Emissionen (im Wesentlichen die oben aufgeführten Aldehyde) als olfaktorisch unangenehm empfunden werden («Fehlgerüche»).

Ausgehend vom aktuellen Stand des Wissens und der Praxis sollten folgende Hauptziele im Rahmen des Projektes erreicht werden:

- a) Bestimmung der VOC-Barrierewirkung von Silikat- und Kalkbeschichtungen, die für den Einsatz als Innenfarbe für Wand- und Deckenaufbauten im modernen Holzbau geeignet sind. (Nach Evaluation von mineralischen Alternativen evtl. noch weitere Beschichtungssysteme.)
- b) Quantifizierung der stoffspezifischen Barrierewirkung gegenüber bestimmten VOC-Stoffgruppen

- c) Bestimmung der Barrierewirkung über den Verlauf der Zeit in einem praxisnahen Expositionsszenarium (hohe Flächenbeladung, niedrige bis mittlere Luftwechselzahlen)
- d) Definition besonders geeigneter Beschichtungssysteme für Wand- und Deckenaufbauten im Holzbau
- e) Validierung der Empfehlung durch Ausstattung eines Prüfraums im Praxismassstab und Verfolgung des Geruchs- und Emissionsverhalten über einen Zeitraum von mehreren Monaten.

Damit soll die wissenschaftlich-technische Grundlage für die Planung und Umsetzung emissionsarmer und geruchsneutraler Innenräume in Gebäuden mit Holzbauweise durch Einsatz geeigneter Beschichtungssysteme mit Barrierewirkung erweitert werden und der Beleg für die Realisierbarkeit erbracht werden.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Grundsätzliches Vorgehen

Zur Abbildung praxisnaher Szenarien wurden OSB-Platten aus Kiefernholz als Emissionsquelle festgelegt. Im Projekt sollten unterschiedliche Varianten von auf OSB-Platten aufgetragenen rauminnenseitigen Schichten in Bezug auf ihre Sperrwirkung gegenüber VOC-Emissionen aus OSB-Platten geprüft werden.

Eine wesentliche Herausforderung stellt dabei die Bereitstellung gleichmässiger Emissionsquellen (OSB-Plattenmuster) dar. Die VOC-Quellenstärke von OSB-Platten ist stark vom Harz- und Kernholzanteil der eingesetzten OSB-Strands sowie von der Lagerdauer und Luftzugänglichkeit der OSB-Platten ab. Um diese Einflüsse im Projekt kontrollieren zu können, wurde entschieden die bereitgestellten OSB-Prüfmuster in verschiedene Chargen aufzuteilen und zu verpacken. Je durchgeführter Prüfreihe wurden chargenweise die Eigenemissionen der OSB-Plattenmuster gemessen und somit eine Aussage der lagerungsbedingten Veränderung der VOC-Quellenstärke der OSB-Platten ermöglicht. Mit dieser Information konnte die Sperrwirkung der im Folgenden aufgetragenen Schichten genau bestimmt werden.

In einem zweiten Schritt wurde eine grössere Anzahl einzelner Beschichtungssysteme, die in rauminnenseitigen Beschichtungen von Holzwerkstoffen zum Einsatz kommen, als Deckschichten auf Abschnitte der OSB-Platten aufgebracht. In der Regel handelte es sich dabei um flüssig auf Gipsfaserplatten aufgetragene Beschichtungssysteme. Vor Beginn der Untersuchungen wurden Beschichtungssysteme definiert, die aufgrund ihrer Eigenschaften eine mögliche Barrierewirkung besitzen und unterschiedliche Werkstoffkategorien abdecken. In nachfolgenden Emissionsmessungen wurden einzelne Chargen der OSB-Platten jeweils mit und ohne entsprechende zusätzliche Baustoffschichten geprüft. Durch einen Vergleich mit/ohne Deckschicht (Beschichtungssystem auf Gipsfaserplatte) konnte die Barrierewirkung der zusätzlich aufgetragenen Baustoffe in Bezug auf die von den OSB-Platten abgegebenen Emissionen quantifiziert werden.

Die Beschichtungssysteme wurden unter kontrollierten Laborbedingungen bei der KABE AG auf Gipsfaserplatten aufgebracht und nach einer Auslüftungszeit von einigen Tagen an die BFH übergeben. Dort wurden die beschichteten Gipsfaserplatten auf OSB-Platten aufgelegt. Zuvor waren die VOC-Emissionen der einzelnen OSB-Prüfstücke in Kurzzeitmessungen bestimmt worden, um mögliche Abweichungen in der Quellenstärke der einzelnen Prüfstücke auf Grund von Materialinhomogenitäten erfassen und solche Prüfmuster aus dem Versuchsrahmen ausschliessen zu können.

Die kombinierten Prüfmuster (beschichtete Gipsfaserplatten auf OSB-Platten) wurden dann über einen Zeitraum von 28 Tagen in Emissionsprüfkammern geprüft. Je zu prüfender Variante wurden zwei unabhängige Kammerprüfungen durchgeführt. Zusätzlich wurden noch Langzeitversuche an einzelnen Systemen sowie ein Versuch zu praxisnahen Bedingungen (Lüftungsszenarien) in einer 1 m<sup>3</sup>-Emissionsprüfkammer über den Zeitraum von mehreren Monaten durchgeführt.

### 2.2 Baustoffe

Im Rahmen der Untersuchungen kamen verschiedene flüssig aufgetragene Farb- und Putzsysteme zum Einsatz. Dies waren hauptsächlich mineralische Systeme (siehe Tabelle 1). Darüber hinaus wurde eine repräsentative Latexfarbe sowie verschiedene Zeolithe als potentielle VOC-Absorberadditive in die Untersuchungen integriert.

*Tabelle 1 : Auflistung der eingesetzten Materialien. OSB4 Platten dienen als Emissionsquelle, Gipsfaserplatten als Trägerschicht für Farb- und Putzsysteme*

Baustoff-Typ	Hersteller	Produktname	Bemerkung
OSB4 Standard	Swiss Krono	OSB4	Plattendicke: 1.8 cm
Gipsfaserplatte	Rigips	Rigidur H	Plattendicke: 1.5 cm
Gipsfaserplatte	Fermacell	Greenline	Plattendicke: 1.5 cm
Silikatputz	KABE	Coralith	Basis Wasserglas, pH 11.5 mineralisch, offenporig Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 10$
Sumpfkalkputz	KABE	Grasello	Basis Sumpfkalk, pH 13.5 mineralisch, offenporig Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 19$
Latexfarbe	KABE	Purlatex Clean sm 30	Basis Acrylat, pH 9 organisch, filmbildend Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 4185$
Silikatputz	KABE	Coralith +VOC Absorber	Basis Wasserglas, pH 11.5 mineralisch, offenporig mit Zusatz von „VOC Absorber“
Kalkhaftputz	Hessler Kalkwerke GmbH	HP 14	
Naturkalk-Lehmoberputz	Hessler Kalkwerke GmbH	HP 90	pH 13.5 mineralisch, offenporig Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 6$
Holzlasur	Biofirm	Holzlasur für den Innenbereich	Basis Kaliwasserglas, pH 11, Dichte: 1.15-1.3 g/ml
Holzfarbe	Biofirm	Holzfarbe für den Innenbereich	Basis Kaliwasserglas, pH 11, Dichte: 1.3-1.5 g/ml, weiss pigmentiert
Grundierung	Biofirm	Silikat Fixativ	pH 11.3, Dichte: 1.15 g/ml
Zeolith	Zeochem	Zeoflair 100	
Zeolith	Zeochem	Zeoflair 810	

Insgesamt jeweils 60 Stück Gipsfaserlatten und OSB-Platten wurden bei der ERNE AG Holzbau aus aktuellen Chargen der Plattenwerkstoffen mit folgenden Dimensionen zugeschnitten:

- Gipsfaserplatte, Dimension 40 cm x 40 cm x 1.5 cm
- OSB-Platte, OSB4, Dimension 25 cm x 25 cm x 1.8 cm

Alle Muster wurden unmittelbar nach dem Zuschnitt in 10er Paketen (OSB4) bzw. 8er Paketen (Gipsfaserplatte) gasdicht verpackt (3x Aluminiumfolie und 3x PP-Folie zur Stabilisierung) und bis zur Nutzung in den Emissionsprüfungen bei der BFH bei 20°C und 65% Luftfeuchte eingelagert.

### 2.3 Aufbau der Prüfmuster

Basierend auf den unter 3.2 aufgeführten Baustoffen wurden verschiedene Systemvarianten von mehrschichtigen Aufbauten definiert und Prüfmuster für jede Variante hergestellt.

In allen Varianten wurden die zuvor emissionstechnisch bestimmten OSB-Platten als VOC-Quellen genutzt. Analog zu einem realen Wandaufbau wurden weitere Materialschichten aufgebracht, die praxisrelevante Szenarien von Schichtfolgen für die innenraumseitige Beplankung bzw. Beschichtung von OSB-Platten darstellen. Die meisten Varianten beinhalteten eine Gipsfaserplatte als Plattenwerkstoff als erste auf die OSB-Platte aufgetragene Schicht und eine weitere flüssig aufgetragene Deckschicht (Putz, Farbe). Tabelle 2 und Tabelle 3 fassen die unterschiedlichen Baustoffe, die zur Herstellung der Varianten eingesetzt wurden sowie den Schichtaufbau der einzelnen Varianten zusammen.

Der Aufbau der Prüfmuster folgte dabei in der Regel der Reihenfolge OSB/Gipsfaserplatte/Beschichtung. In Einzelfällen wurde von diesem Aufbau bewusst abgewichen, um z.B. die Wechselwirkung zwischen OSB-Platte und direkt aufgetragener Beschichtungssystem mit alkalischem pH-Wert untersuchen zu können, z.B. Muster «SKP-OSB» (siehe Tabelle 3) bei dem ein Sumpfkalkputz direkt auf die OSB-Platte aufgetragen wurde.

*Tabelle 2: Varianten der Schichtaufbauten und dabei eingesetzte Oberflächenbeschichtung*

Variante	Beschichtungssystem	Bemerkung
SKP	Grasello Sumpfkalkputz	
SKP-Um	Grasello Sumpfkalkputz	Direkter Kontakt Grasello Sumpfkalkputz mit OSB
SP	Coralith Silikatputz	
SP-VOC	Coralith Silikatputz	Zugabe von VOC-Absorber
LF	Purlatex Clean	
OSB	-	Unbeschichtete OSB-Platte
GFP1	-	Unbeschichtete Gipsfaserplatte auf OSB
GFP2	-	Unbeschichtete Gipsfaserplatte auf OSB
SKP-OSB	Grasello Sumpfkalkputz	Direkt auf die OSB-Platte aufgetragen
Lasur	Biofirm Holzlasur	OSB-Platte mit Grundierung
Farbe	Biofirm Holzfarbe	OSB-Platte mit Grundierung
SKP-3	Grasello Sumpfkalkputz	
SP-3	Coralith Silikatputz	
NHL	NHL-Kalk	
SKP-Z	Grasello Sumpfkalkputz	Zugabe von Zeolith (Zeoflair 100, Zeoflair 810)

Tabelle 3 : Detaillierter Schichtaufbau der Systemvarianten

Bezeichnung Variante	Aufbau	Auftragsmenge Beschichtungssystem	Schichtdicke
SKP	OSB/GFP1/SKP	2 kg/m <sup>2</sup>	Ca. 1 mm
SKP-Um	OSB/SKP/GFP1	2 kg/m <sup>2</sup>	Ca. 1 mm
SKP-OSB	OSB/SKP	2 kg/m <sup>2</sup>	Ca. 1 mm
SKP-3	OSB/GFP1/SKP-3mm	9.5 kg/m <sup>2</sup>	Ca. 5 mm
SKP-Z	OSB/GFP1/SKP-Z	1.85 kg/m <sup>2</sup>	Ca. 1 mm
SP	OSB/GFP1/SP	2 kg/m <sup>2</sup>	Ca. 1 mm
SP-VOC	OSB/GFP1/SP-VOC	2 kg/m <sup>2</sup>	Ca. 1 mm
SP-3	OSB/GFP1/SP-3mm	8 kg/m <sup>2</sup>	Ca. 5 mm
GFP1	OSB/GFP1	-	-
GFP2	OSB/GFP2	-	-
Lasur	OSB/Grundierung/Lasur	80 ml/m <sup>2</sup> ; 90 ml/m <sup>2</sup>	< 1 mm
Farbe	OSB/Grundierung/Farbe	80 ml/m <sup>2</sup> ; 100 ml/m <sup>2</sup>	< 1 mm
LF	OSB/GFP1/LF	0.52 kg/m <sup>2</sup>	Ca. 0.2 mm
NHL	OSB/GFP1/HP14/HP90	1.6 kg/m <sup>2</sup> ; 7.5 kg/m <sup>2</sup>	Ca. 5 mm

Hinzu kamen Einzelmessungen von Beschichtungssystemen nach Auftrag auf Glasplatten, um die Eigenemissionen der Beschichtungssysteme eindeutig bestimmen zu können.

Für die Erstellung von Prüfmustern für die Emissionsprüfkammermessungen wurden anschliessend jeweils zwei Muster so aufeinandergelegt, dass die OSB-Flächen jeweils flächig aufeinander lagen und die Beschichtungssysteme (Putze, Farben) auf diese Weise die emissionsoffenen Flächen der Prüfkörper darstellten. Die Schmalseiten der Prüfmuster wurden vollumfänglich mit gasdichtem Aluminiumklebeband versiegelt (gemäss ISO 16000-9), um ausschliesslich Emissionen über die Materialoberflächen zuzulassen (Abbildung 1).



Abbildung 1: Zugeschnittene und für Emissionsprüfungen vorbereitete Prüfmuster. Links: OSB-Platte als Referenz, alle Weiteren: verschiedene Ausführungen mit dem Aufbau OSB-Platte/Gipsfaserplatte/Beschichtungssystem

## 2.4 Bestimmung des Emissionsverhaltens der Einzelbaustoffe und Systemvarianten

Zur Erfassung des Emissionsverhaltens einzelner Baustoffe sowie der zusammengesetzten Systemvarianten wurden diese Emissionsprüfungen nach der Prüfkammermethode gemäss ISO 16000-6/-9 bzw. EN 16516 unterzogen, mit Luftprobenahme am Tag 7 und 28 der Emissionsprüfung.

### 2.4.1 Zielsubstanzen

Die in den Emissionskammerprüfungen bei allen Messungen durchgehend quantifizierten Zielsubstanzen repräsentieren die häufigsten in Emissionsprüfungen aus Holzwerkstoffen detektierten Einzelsubstanzen und Stoffgruppen. Aus dem Bereich der Mono- und Diterpene wurden  $\alpha$ -Pinen,  $\beta$ -Pinen, 3-Caren, Longifolen und p-Cymol bestimmt (Abbildung 2). Diese Verbindungen sind flüchtige Bestandteile der Nadelbaumharze und repräsentieren die mengenmässig bedeutendste Stoffgruppe (Terpene) von Emissionen aus Nadelholz-basierten Holzwerkstoffe. Für die Stoffgruppe der höheren Aldehyde wurden Pentanal, Hexanal und Nonanal als mengenmässig wichtigste Zielsubstanzen definiert. Diese Verbindungen sind ebenfalls typische Emissionen aus thermisch beeinflusstem Holzgewebe. Sie entstehen vor allem durch Temperatur- und Luftsauerstoffeinfluss z.B. bei der Spänetrocknung oder beim Heisspressen im Verlaufe der Erzeugung von Holzwerkstoffen. 1-Pentanol und 1-Octanol als Vertreter der Alkohole und 2-Heptanon, ebenfalls häufig vorkommende Spaltprodukte bei der Zersetzung von Fettsäuren im Holzgewebe, wurden ebenfalls als Zielsubstanzen definiert.

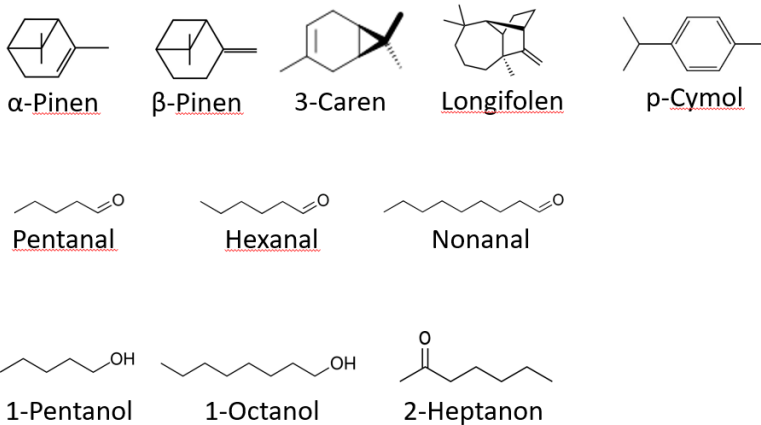


Abbildung 2: Chemische Strukturen der Einzelverbindungen, die als Zielsubstanzen im Rahmen der Emissionsprüfungen regelmässig quantifiziert wurden

### 2.4.2 Prüfmittel und Parametereinstellungen zur Bestimmung der Materialemissionen in 25L-Emissionsprüfkammern

Für die Durchführung der Bestimmung der Materialemissionen nach dem Emissionprüfkammerverfahren gemäss EN16516/ISO 16000-5,-6, -9 wurden kalibrierte Prüfmittel (gemäss ISO 17025) der Berner Fachhochschule eingesetzt). Dabei wurden bewusst Abweichungen von den üblichen Parametereinstellungen für die Durchführung der Emissionskammerprüfungen für Messungen in den 25L-Emissionsprüfkammern (Tabelle 4) und den 1m<sup>3</sup>-Emissionsprüfkammern getroffen (Tabelle 5). In beiden Messungen wurde bewusst der vorherrschende flächenspezifische Luftwechsel reduziert, um den in aller Regel auf Baustellen vorherrschenden geringeren Luftwechsel (Fenster geschlossen, punktuelle Stosslüftungen) simulieren.

Tabelle 4: Parametereinstellungen bei Emissionsprüfung in Edelstahl-Emissionsprüfkammern

Parameter	Bedingung
Temperatur:	23 °C ± 1 °C
Relative Luftfeuchtigkeit:	50 % ± 5 %
Luftgeschwindigkeit:	0.1 - 0.3 m s <sup>-1</sup>
Volumen Emissionsprüfkammer:	25 l
Emissionsoffene Fläche:	500 cm <sup>2</sup>
Luftaustauschrate n:	0.5 h <sup>-1</sup>
Luftdurchflussrate:	12.5 l h <sup>-1</sup>
Raumbeladung L:	2 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Flächenspezifische Luftdurchflussrate q:	0.25 m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>
Flächenspezifische Emissionsrate SERa	SERa = C * q

Tabelle 5: Parametereinstellungen bei Emissionsprüfung in 1m<sup>3</sup>-Edelstahlkammer

Parameter	Bedingung
Temperatur:	23 °C ± 1 °C
Relative Luftfeuchtigkeit:	50 % ± 5 %
Luftgeschwindigkeit:	0.1 - 0.3 m s <sup>-1</sup>
Volumen Emissionsprüfkammer:	1000 l
Emissionsoffene Fläche:	10000 cm <sup>2</sup>
Luftaustauschrate n:	0.1 - 1 h <sup>-1</sup>
Luftdurchflussrate:	100 - 1000 l h <sup>-1</sup>
Raumbeladung L:	1 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Flächenspezifische Luftdurchflussrate q:	0.1 - 1 m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>
Flächenspezifische Emissionsrate SERa	SERa = C * q

Für die Probenahme und anschließende Analytik wurde die zu untersuchende Prüfkammerluft über Sorptionsröhrchen (gefüllt mit Tenax® TA) gesaugt. Die Analyse der VOC wurde nach DIN ISO 16000-6/EN16516 mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie durchgeführt. Die auf dem Sorptionsröhrchen angereicherten Substanzen werden dabei thermisch desorbiert (10 min, 280 °C). Das inerte Trägergas (Helium) überführt diese Stoffe über die Kühlfalle in den Gaschromatographen. Die Trennung des Substanzgemisches erfolgt über Kapillargaschromatografie (Trennsäule DB5-ms) und die anschließende Analyse durch einen massenselektiven Detektor (EI). Die Identifizierung erfolgt anhand der Retentionszeiten und durch einen computergestützten Vergleich der aufgenommenen Massenspektren mit einer Bibliothek (ca. 280'000 Spektren) und mit den im GC/MS-System kalibrierten Standardsubstanzen.

Volumenstrom Probenahme VOC: 100 ml/min

Volumen Probenahme VOC: 5 l

Parameter GC-MS-Analytik:

Sorptionsmedium in Sorptionsröhrchen: TENAX TA (mesh 60/80)

Thermodesorption (Gerstel TDS3, t0 20 °C, t1 260 °C für 10 min),

Fluss: 30 ml/min, Modus: solvent vent

Kühlfalle: Gerstel KAS4, t0 -30 °C, t1 260 °C

Trennsäule: DB-5-ms Ultra Inert, 60 m x 0,25 mm x 250 µm

GC: Agilent 7890B  
 MS: Agilent 5977B  
 Ofenprogramm: t1 30 °C, t2 280 °C  
 MS Parameter: Scan 33 – 300 amu

Zur Erfassung des Emissionsverhaltens der einzelnen Aufbauten wurden diese Emissionsprüfungen nach der Prüfkammermethode gemäss ISO 16000-6/-9 bzw. EN 16516 unterzogen, mit Luftprobenahme am Tag 7 und 28 der Emissionsprüfung.

Um die insbesondere die Sperrwirkung von System SKP-Z über längere Zeit zu überprüfen, wurde die OSB- und SKP-Platte aus der 5. Charge noch für weitere 112 Tage (4x Zyklus von 28 Tagen) in der Emissionsprüfkammer belassen. Nach den insgesamt 140 Tagen (5x Zyklus von 28 Tagen) in der Kammer wurde eine Langzeitmessung durchgeführt.

#### 2.4.3 Durchführung einer Langzeitmessung in einer 1 m<sup>3</sup>-Emissionsprüfkammer

Für die Langzeitmessung einer hochsperrenden Systemvariante wurde das System «LF» bestehend aus OSB-Platte, Gipsfaserplatte Latexfarbe als Beschichtung die Latexfarbe ausgewählt. Als Versuchsraum wurde anstelle eines Realraums eine 1 m<sup>3</sup>-Emissionsprüfkammer ausgewählt. Der Hauptgrund hierfür lag der Entscheidung der Projektpartner, die wesentlichen Parameter für die Konzentration an VOC in der Prüfraumlufte definieren, kontrollieren und über den Prüfzeitraum zyklisch ändern zu können: Relative Feuchte in der Innenraumlufte, Raumlufttemperatur, Luftwechsel, VOC-Gehalt der eingehenden Luft (<20 µg/m<sup>3</sup>). Dadurch wurden zusätzlich auch weitere nicht kontrollierbare Variablen (Immissionen, zeitliche Einbringung der Baustoffe im Realraum, weitere Einflüsse der Baustelle) ausgeschlossen, die eine Interpretation der Ergebnisse verunmöglicht hätten.

Für die Vorbereitung der Prüfmuster wurden erneut Werkstoffplatten von der Erne AG Holzbau aus aktuellen BAusoffchargen jeweils aus der Mitte der Plattenstapel entnommen und auf Mass zugeschnitten:

- Gipsfaserplatte, Dimension 50 cm x 50 cm x 1.5 cm
- OSB-Platte, OSB4, Dimension 50 cm x 50 cm x 1.8 cm

Alle Prüfmuster wurden unmittelbar nach dem Zuschnitt gasdicht verpackt und bis zum Einsatz in den Emissionsprüfungen bei der BFH bei 20°C und 65% Luftfeuchtigkeit gelagert.

Für den Ablauf der Langzeitmessung wurden die Zeitabstände zwischen Auftrag und Messung und der dabei definierte Luftwechsel einem möglichst praxisnahen Szenarium angepasst. Nach einem Auftrag von zwei Schichten Latexfarbe auf die Gipsfaserplatten-Oberfläche (Vorbereitung, Tage 4 und 5) wurde die Emissionsprüfkammer bis zum Tag 5 der Emissionsprüfung (7 Tage nach Auftrag der zweiten Farbschicht) unter hohem Luftwechsel von 1 h<sup>-1</sup> gehalten. Dies sollte einen durchgehend hohen Luftwechsel (z.B. Kippstellung eines Fensters) simulieren. Anschliessend wurde der Luftwechsel auf 0.1 h<sup>-1</sup> reduziert. Diese Phasen sollten Zeiträume simulieren, in denen der Innenraum nur kurzzeitig, bis gar nicht manuell gelüftet wird. Im weiteren Prüfverlauf wurde einmal wöchentlich für 5 h der Luftwechsel wieder auf 1 h<sup>-1</sup> erhöht, um einen wiederkehrend intensiven Lüftungszeitraum zu simulieren. Die Luftprobenahme erfolgte in der Regel jeweils in Phasen mit niedrigem Luftwechsel (0.1 h<sup>-1</sup>).

*Tabelle 7: Zeitlicher Verlauf der Probenahme und des Luftwechsels der Langzeitmessung in der 1 m<sup>3</sup>-Emissionsprüfkammer*

Datum	Vorgang	Bemerkung	Luftwechsel [h <sup>-1</sup> ]
Vorbereitung Tag 0	Backgroundmessung		0.5
Vorbereitung Tag 1	Platzieren der Prüfkörper in der Kammer (OSB/GFP1)	4 Prüfkörper von 50 cm x 50cm, Seiten und Rückseite jeweils abgeklebt	0.5
Vorbereitung Tag 4	Vormessung OSB/GFP1		0.5
Vorbereitung Tag 4	1. Beschichtung mit LF	16 Stunden Trockungsphase bis 2. Beschichtung	1
Vorbereitung Tag 5	2. Beschichtung mit LF		1
Vorbereitung Tag 5	Kammerreinigung, Platzieren der Prüfkörper in der Kammer (OSB/GFP1/LF)	4 Stunden nach der 2. Beschichtung in der Prüfkammer platziert	1
Vorbereitung Tag 6	Probenahme Tag 0	Beschichtung noch am Trocknen	1
Prüfung Tag 1	Probenahme Tag 1	Beschichtung noch am Trocknen	1
Prüfung Tag 2	Probenahme Tag 2		1
Prüfung Tag 5	Probenahme Tag 5		0.1
Prüfung Tag 7	Probenahme Tag 7		0.1
Prüfung Tag 9	Luften	5 Stunden Kammer durchgelüftet	1
Prüfung Tag 14	Probenahme Tag 14		0.1
Prüfung Tag 16	Lüften	5 Stunden Kammer durchgelüftet	1
Prüfung Tag 21	Probenahme Tag 21		0.1
Prüfung Tag 23	Lüften	5 Stunden Kammer durchgelüftet	1
Prüfung Tag 28	Probenahme Tag 28		0.1
Prüfung Tag 30	Lüften	5 Stunden Kammer durchgelüftet	1
Prüfung Tag 35	Probenahme Tag 35		0.1

### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Emissionsverhalten der als Emissionsquelle eingesetzten OSB-Platten

Messungen des Emissionsverhaltens an verschiedenen Chargen von OSB-Platten wurden regelmässig vor Herstellung einer neuen Serie von Systemvarianten durchgeführt. Dabei konnten die erwarteten hohen Emissionsraten an Terpenen und Aldehyden gemessen werden (Tabelle 8). Die höchsten Konzentrationen wurden chargenübergreifend für die Einzelsubstanzen  $\alpha$ -Pinen und 3-Caren (Terpene) als Bestandteil der flüchtigen Fraktion der Nadelbaumharze sowie Hexanal und Pentanal (Aldehyde) als Abbauprodukt der Fettsäuren im Holzgewebe gemessen (Abbildung 3). Auffällig war zudem die über den Lagerungszeitraum abnehmende Quellstärke der OSB-Plattenmuster trotz gasdichter Lagerung. Während die Quellenstärke der 1. Charge noch bei ca. 1'800  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in der Emissionsprükammer lag, konnte für die 5. Charge nach ca. 8 Monaten Lagerzeit nur noch etwa 1'000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen werden (Tabelle 9, Abbildung 4). Durch die Erfassung der Quellenstärke der OSB-Plattenmuster direkt vor Einsatz in den Systemaufbauten und Verwendung dieser Messwerte als aktueller Referenzwert für die Quellstärke der OSB-Platten konnte dieser Einfluss auf die Bestimmung der Barrierewirkung jedoch ausgeschlossen werden.

*Tabelle 8: Konzentration der Zielverbindungen in fünf Chargen von OSB-Plattenmuster. Die Angaben stellen Mittelwerte der Einzelmessungen dar. Die Angaben in Klammer stellen die absolute und relative Standardabweichung dar.*

Substanzen	CAS No.	Emissionswerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (Abs./Rel.Stabw)				
		1. Charge	2. Charge	3. Charge	4. Charge	5. Charge
Pentanal	110-62-3	121.3 (8.5/7.0)	130.7 (2.5/1.9)	62.5 (3.6/5.8)	69.6 (5.3/7.6)	86.6 (3.1/3.6)
1-Pentanol	71-41-0	90.5 (6.9/7.7)	95.6 (6.7/7.0)	79.6 (7.2/9.0)	71.3 (5.0/6.9)	47.9 (3.8/7.8)
Hexanal	66-25-1	441.2 (27.3/6.2)	449.9 (10.4/2.3)	213.0 (11.2/5.3)	227.2 (9.6/4.2)	213.8 (8.6/4.0)
2-Heptanone	110-43-0	41.5 (5.8/14.0)	45.8 (2.5/5.4)	24.6 (0.6/2.5)	29.2 (2.1/7.2)	21.4 (2.0/9.4)
$\alpha$ -Pinen	7785-26-4	629.0 (45.1/7.2)	506.8 (51.5/10.2)	260.3 (16.1/6.2)	401.0 (44.0/11.0)	275.8 (6.2/2.2)
$\beta$ -Pinen	18172-67-3	120.0 (11.3/9.4)	107.2 (11.8/11.0)	49.4 (3.2/6.5)	86.4 (8.3/9.6)	61.1 (0.4/0.6)
3-Carene	13466-78-9	236.5 (19.8/8.4)	230.3 (20.3/8.8)	137.3 (12.9/9.4)	204.9 (20.2/9.9)	225.0 (8.1/3.6)
p-Cymol	99-87-6	80.3 (14.9/18.6)	88.2 (11.7/13.3)	46.8 (2.2/4.8)	70.7 (7.3/10.4)	52.3 (1.3/2.5)
1-Octanol	111-87-5	25.9 (3.8/14.6)	29.5 (3.7/12.4)	19.2 (0.5/2.6)	20.1 (1.7/8.5)	12.9 (0.9/7.0)
Nonanal	124-19-6	33.7 (5.1/15.0)	39.6 (4.7/11.8)	26.8 (1.3/5.0)	23.0 (1.8/7.8)	24.8 (0.5/1.8)
Longifolen	475-20-7	3.9 (0.4/10.3)	4.4 (0.4/10.0)	3.9 (0.4/11.3)	4.9 (0.3/6.7)	4.6 (0.6/13.4)

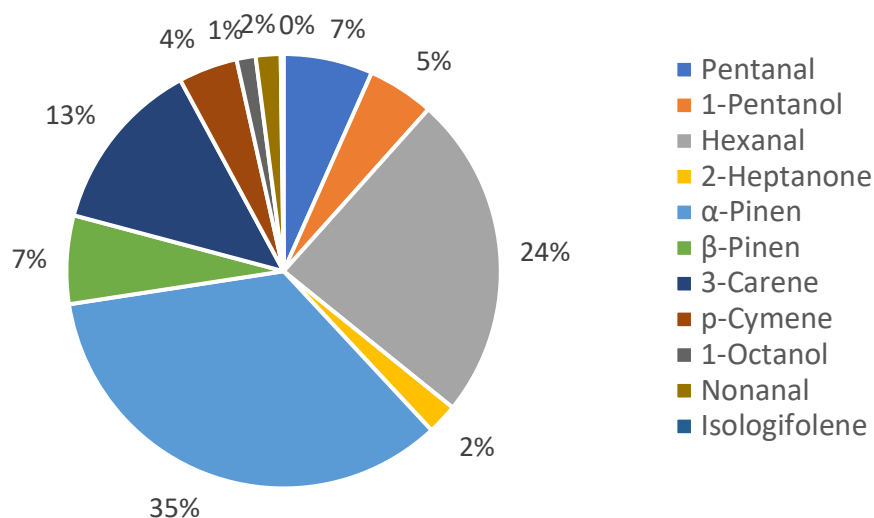


Abbildung 3: Prozentualer Anteil der Zielsubstanzen am Beispiel der 1. Charge

Tabelle 9: Mittelwerte der Stoffgruppen in den OSB-Vormessungen aller Chargen

Stoffgruppen	Emissionswerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (Abs.Stabw)				
	1. Charge	2. Charge	3. Charge	4. Charge	5. Charge
Summe	1823.9 (134.6)	1727.9 (89.5)	923.3 (22.1)	1208.2 (84.7)	1026.2 (28.0)
Terpene	1069.8 (87.7)	936.9 (75.8)	497.7 (23.9)	767.8 (75.4)	618.8 (11.7)
Aldehyde	596.2 (39.6)	620.2 (15.1)	302.3 (13.4)	319.8 (12.7)	325.2 (11.7)
Alkohole	116.4 (9.8)	125.1 (9.8)	98.8 (7.6)	91.4 (5.6)	60.8 (4.0)
Ketone	41.5 (5.8)	45.8 (2.5)	24.6 (0.6)	29.2 (2.1)	21.4 (2.0)

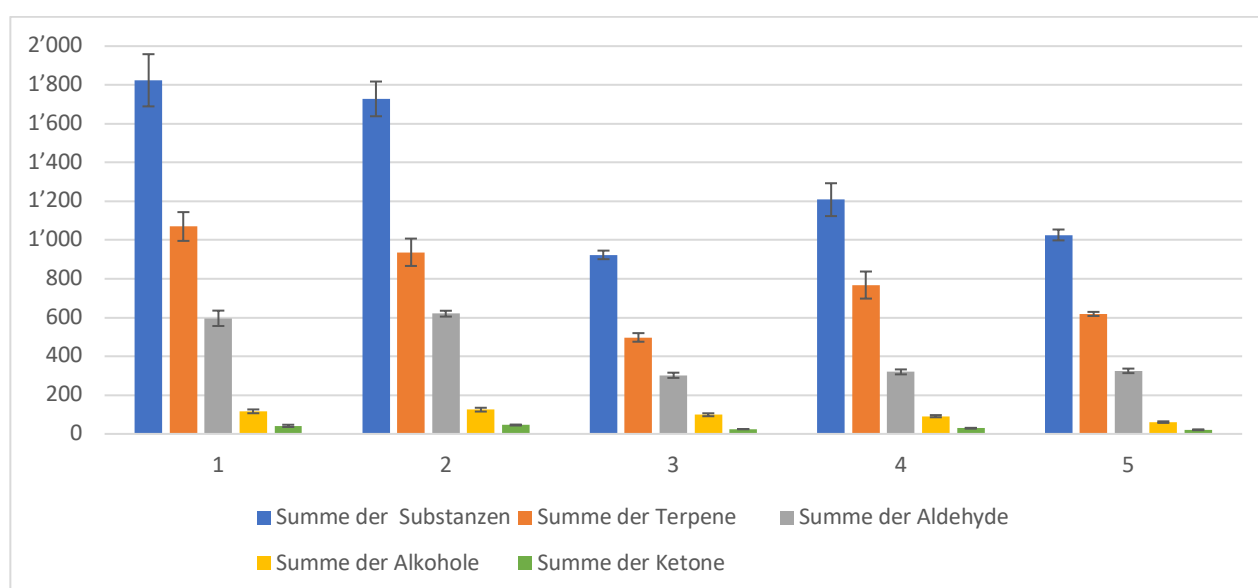


Abbildung 2: Emissionsraten einzelner Stoffgruppen (Mittelwerte mit einfacher Standardabweichung) im Vergleich zur Gesamtmenge über alle fünf gemessenen Chargen der OSB-Platten

### 3.2 Barrierewirkung von Beschichtungssystemen gegenüber Emissionen aus darunterliegenden OSB-Platten

#### 3.2.1 Standardmessungen in 25L-Emissionsprüfkammern bis zu 28 Tagen Dauer

Bei Bestimmung der Barrierewirkung der Systemvarianten zeigen sich bereits nach 7 Tagen aussagekräftige Ergebnisse hinsichtlich der Sperrwirkung gegenüber Emissionen aus darunterliegenden OSB-Platten. Deutlich ist die sehr geringe Sperrwirkung unbeschichteter Gipsfaserplatten (Abbildung 5, Systeme «GFP1» und «GFP2»). Die Zielsubstanzen können bei diesen Systemvarianten in nahezu gleicher Konzentration in der Innenraumluft gemessen werden wie bei unbeschichteten OSB-Platten (Referenz, entspricht 100% in Abbildung 5). Auch offenporige Sumpfkalkputzschichten führen zu keiner signifikanten Reduktion (System «SKP»). Eine umgekehrter (und für die Praxis nicht relevanter) Aufbau OSB/Sumpfkalkputz/Gipsfaserplatte sowohl zeigte eine leicht erhöhte Sperrwirkung. Im Gegensatz hierzu erhöht ein direkt auf OSB-Platten aufgetragener Sumpfkalkputz die Gesamtemissionen («SKP-OSB»). Grund hierfür ist möglicherweise durch den hohen pH-Wert des Sumpfkalkputzes erzeugte beschleunigte Zersetzung der Fettsäuren an der Oberfläche der OSB-Platten und in deren Folge eine Freisetzung von höheren Aldehyden wie Hexanal und Pentanal. Eine Ausführung des Sumpfkalkputzes in extremer Schichtdicke («SKP3») mit ca. 5 mm Schichtdicke führt zu einer leichten Sperrwirkung, die auch nach 28 Tagen noch konstant zu bleiben scheint.

Im Gegensatz dazu führt das System «SKP-Z», bei dem Zeolithe dem Sumpfkalkputz beigemischt wurden, zu einer erheblichen Sperrwirkung die sowohl an Tag 7 als auch am Tag 28 bei über 90% liegt.

Die Systeme unter Einsatz offenporiger Silikatputze («SP») zeigen ein grundsätzlich ähnliches Verhalten wie die eingesetzten Sumpfkalkputze. Auch hier führen dünne Schichten (1 mm) zu keine Sperrwirkung. Es können hier sogar leicht erhöhte Gesamtemissionen gemessen werden, mutmasslich ebenfalls aufgrund von Wechselwirkungen mit den in den Gipsfaserplatten enthaltenen Nadelholzfasern.

Eine Beschichtung von Latexfarbe mit hohem Wasserdiffusionswiderstand führt zu vergleichsweise hohen Sperrwirkungen von ca. 90% an Tag 7 und 80% an Tag 28. Die weiteren Beschichtungssysteme («Holzlasur», «Holzfarbe» und «NHL-Kalk») führen zu moderaten Sperrwirkungen von < 40%.

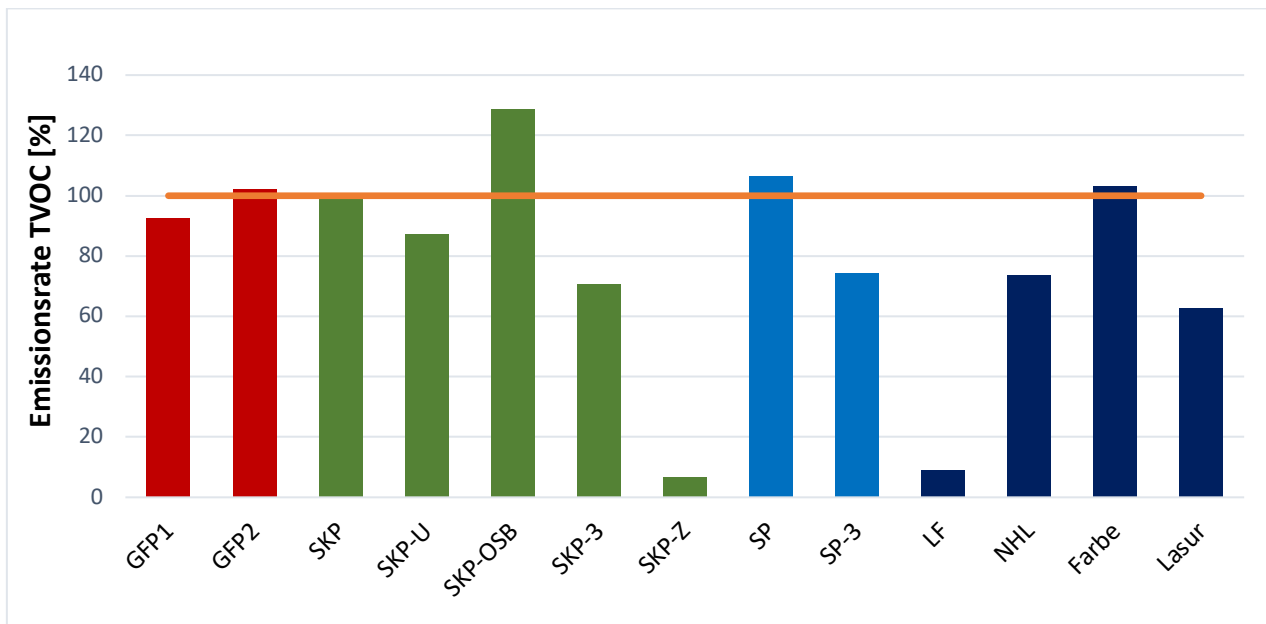


Abbildung 3: Prozentuale Emissionsraten aller Beschichtungsvarianten (Mittelwerte der Doppelbestimmung) im Vergleich zur OSB-Platte nach 7 Tagen. Emissionsraten der OSB-Platten angegeben als 100%-Referenzwert

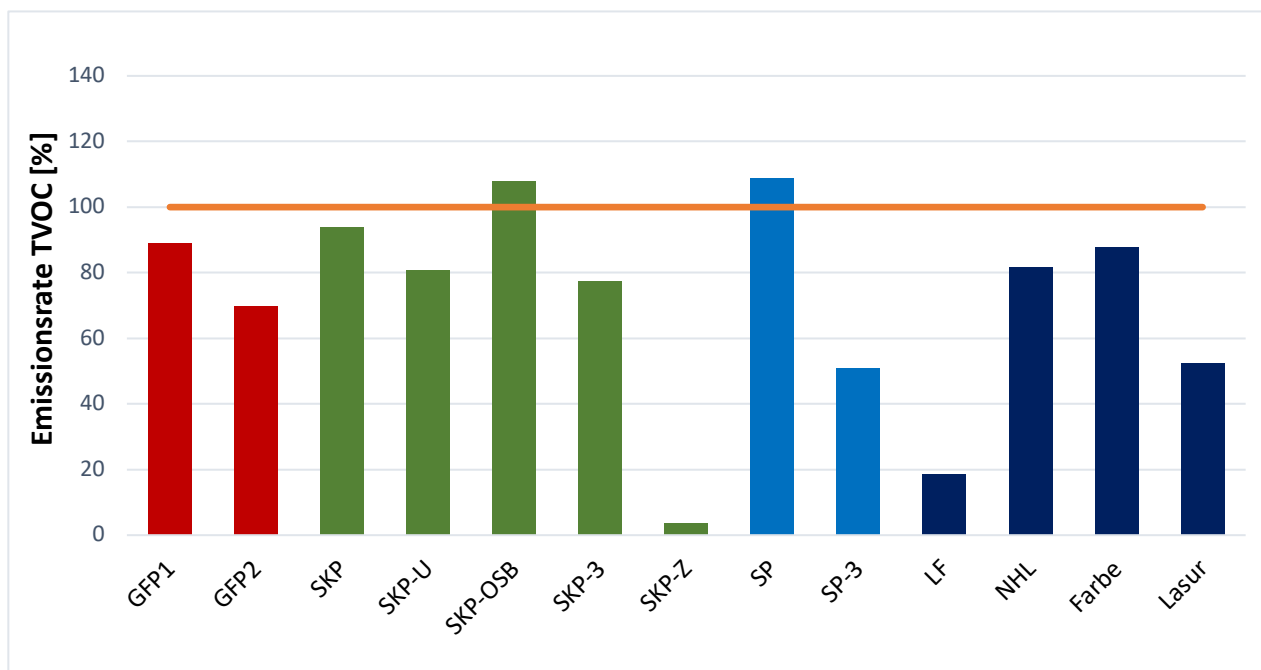


Abbildung 4 : Beschichtungssysteme im Vergleich zur OSB-Platte nach 28 Tagen

Bei einer differenzierten Betrachtung der Sperrwirkung hinsichtlich der einzelnen Zielsubstanzen und Stoffgruppen fallen deutlich Unterschiede zwischen den Stoffgruppen auf.

Die Stoffgruppe der Terpene wird bei beschichteten OSB-Platten nach 7 Tagen bei den meisten Systemen sogar in höheren Konzentrationen gemessen als bei der unbeschichteten OSB-Referenz (Abbildung 7). Dies ist vermutlich auf die zusätzlichen Terpen-Emissionen der Gipsfaserplatten zurückzuführen aufgrund der darin enthaltenen Nadelholzfasern. Diese enthalten ebenfalls die für die Nadelhölzer typischen Harzkomponenten und Fettsäuren als Energiespeicher-Moleküle und tragen aus diesem Grund zur Emission von Terpenen und Aldehyden bei. Nach mehreren Wochen nehmen die im Vergleich zur Referenz erhöhten Terpenemissionen jedoch ab und liegen nach 28 Tagen bei den meisten Systemen in etwa auf Höhe der unbeschichteten Referenz. Ausnahmen stellen hier lediglich die Systeme «SKP-Z» und «LF» dar. Auch Terpenemissionen können in diesen Beschichtungsvarianten wirkungsvoll auch nach 28 Tagen zu ca. 80% (SKP-Z) bzw. 50%. (LF) gesperrt werden.

Etwas höhere Sperrwirkungen können systemübergreifend für die Stoffgruppen der Aldehyde und Alkohole sowohl bei Tag 7 als auch bei Tag 28 erzielt werden. Dies kann mutmasslich auf die höhere Polarität dieser Stoffe auf der funktionellen Hydroxyl- bzw. Formylgruppen und den niedrigeren Dampfdruck im Vergleich zu den meisten Einzelstoffe der Stoffgruppe der Terpene zurückgeführt werden. Bei diesen Stoffgruppen ragt ebenso das System SKP-Z mit einer nahezu 100%igen Sperrwirkung nach Tag 7 und 28 heraus. Auch die Systemvariante «LF» (Latexfarbe) weist hier sehr hohe Sperrwirkungen auf. Bemerkenswert ist zudem die vergleichsweise hohe Sperrwirkung der Systemvariante mit direkt auf die OSB-Platte aufgetragener offener Lasur auf Wasserbasis («Lasur»). Gesamthaft kann hier eine Sperrwirkung nach 28 Tagen von 50% erzielt werden.

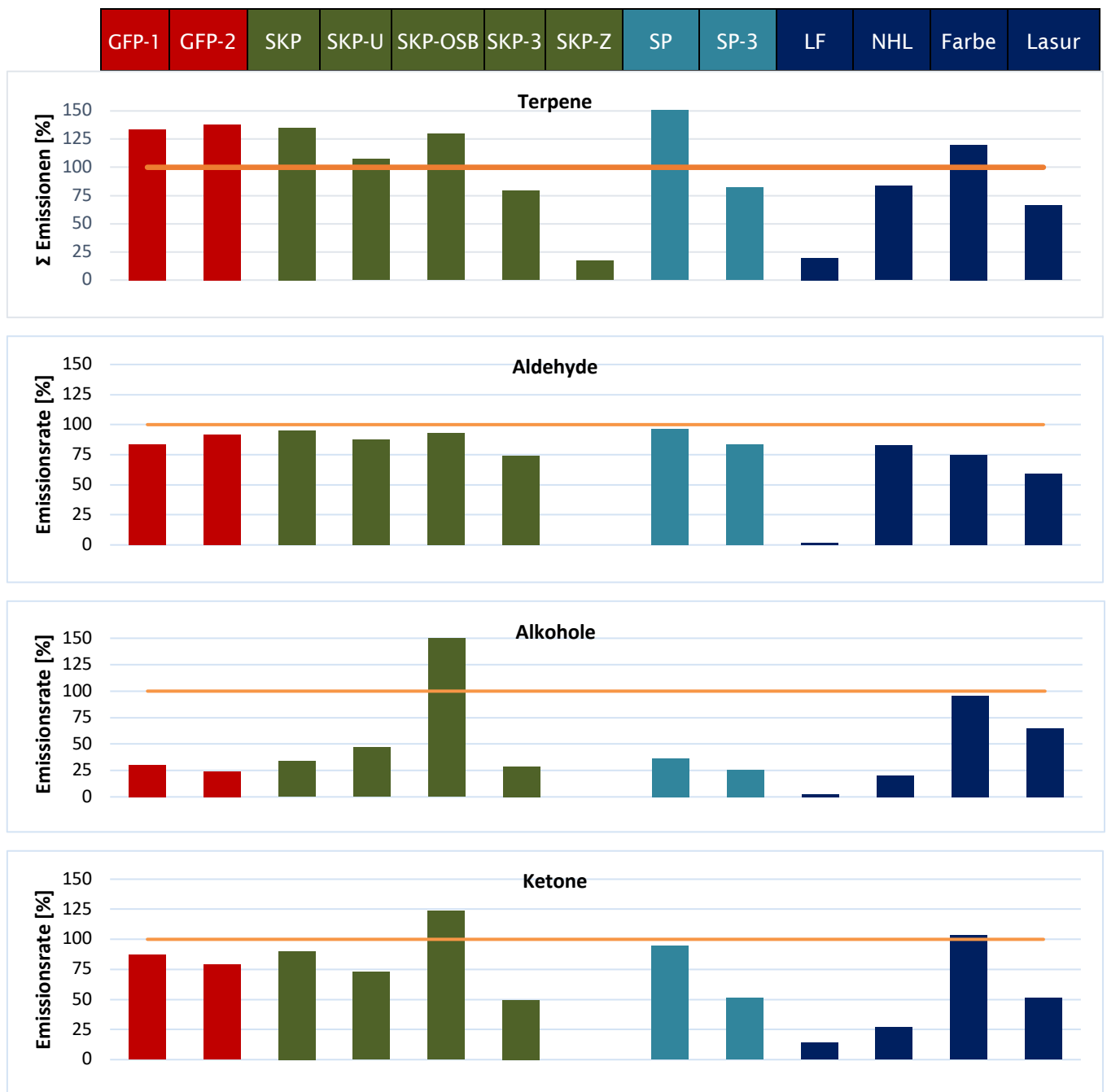


Abbildung 5 : Prozentuale Emissionsraten aller Systemvarianten (Mittelwerte der Doppelbestimmung) im Vergleich zur OSB-Platte nach 7 Tagen. Emissionsraten der unbeschichteten OSB-Platten angegeben als 100%-Referenzwert (rote Linie)

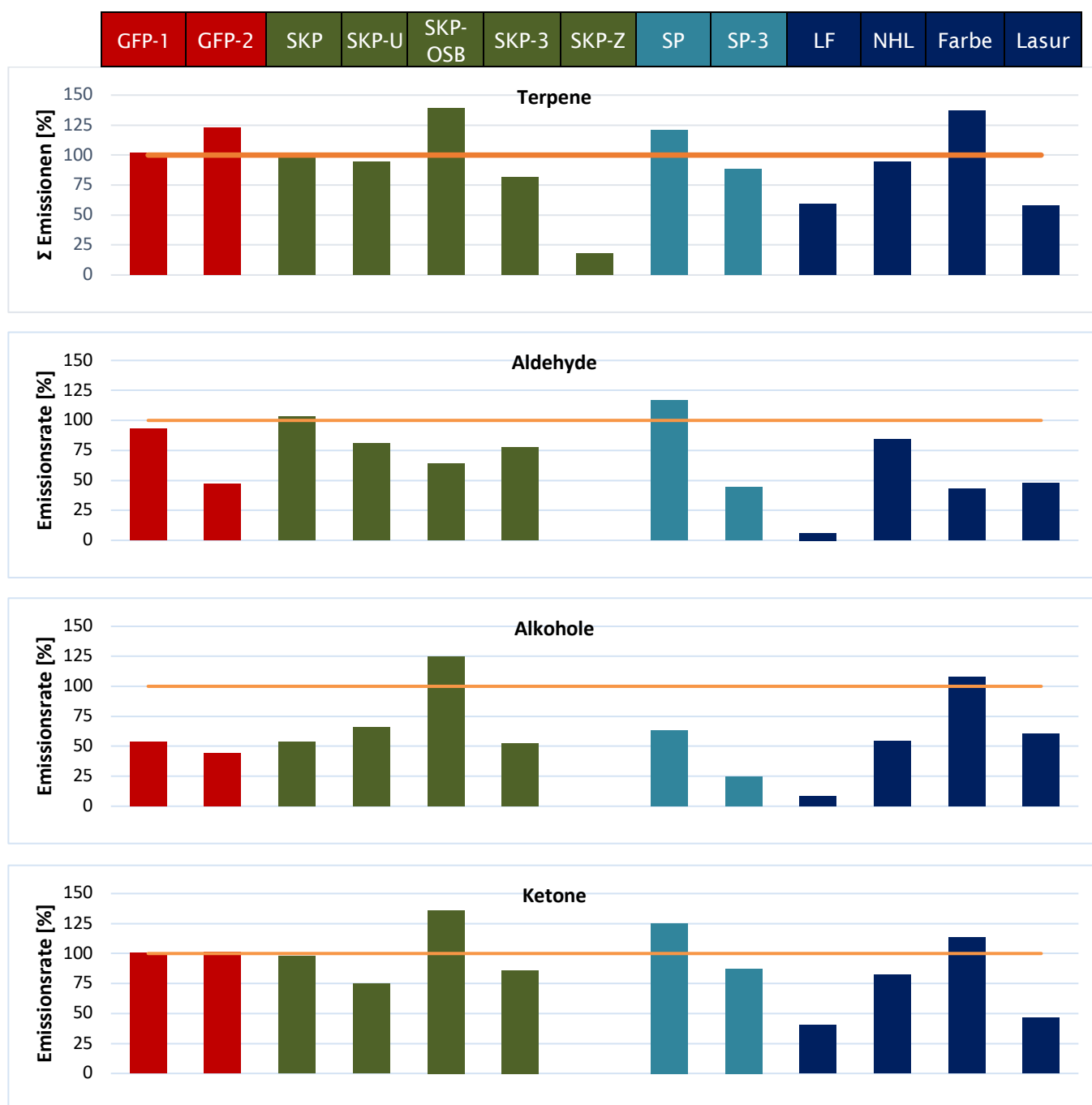


Abbildung 6 : Prozentuale Emissionsraten aller Systemvarianten (Mittelwerte der Doppelbestimmung) im Vergleich zur OSB-Platte nach 28 Tagen. Emissionsraten der unbeschichteten OSB-Platten angegeben als 100%-Referenzwert (rote Linie)

### 3.2.2 Langzeitmessungen

Die hohe Sperrwirkung der Systemvariante «SKP-Z» wurde in einem Langzeitversuch über die Dauer von 140 Tagen überprüft. Dadurch sollte eine Aussage zum Langzeitverhalten der Sperrwirkung ermöglicht werden. Auch nach 140 Tagen bleibt die Sperrwirkung des Systems weiterhin hoch. Für Tag 140 konnte eine Sperrwirkung von nahezu 80 % aller TVOC-Emissionen gemessen werden (siehe Abbildung 9). Die Abnahme der Sperrwirkung gegenüber den Kurzzeitmessungen (28 Tage) ist dabei allein auf eine erhöhte Migration von Terpenen durch die Sumpfkalkputz-Schicht zurückzuführen (Abbildung 10). Die Barrierewirkung der Terpenemissionen nimmt über den Zeitraum der Langzeitmessung ab bis auf weniger als 20% an Tag 140 und führt so zu einem deutlichen Anstieg der gesamthaft durch den Aufbau migrierenden VOC-Emissionen. Sehr bemerkenswert ist allerdings die immer noch nahezu vollständige Sperrung aller übrigen Stoffgruppen wie Aldehyde, Alkohole und Ketone. Die Emissionen dieser Stoffgruppen liegen für die Systemvariante «SKP-Z» im Bereich der analytischen Nachweisgrenze. Dies ist bemerkenswert und weist darauf hin, dass der Zeolithabsorber vor allem bei eher polaren Stoffen eine hervorragende Langzeitwirkung aufweist. Hierzu gehört die Stoffgruppe der Aldehyde, die vor allem für die von Raumnutzenden teilweise reklamierten Fehlgerüche aus Holzwerkstoffen in der Raumluft verantwortlich sind. Ein wirkungsvolles Absperren dieser Stoffgruppe könnte einen wesentlichen Beitrag für eine von den Raumnutzenden subjektiv empfundene verbesserte olfaktorische Qualität der Innenraumraumluft leisten.

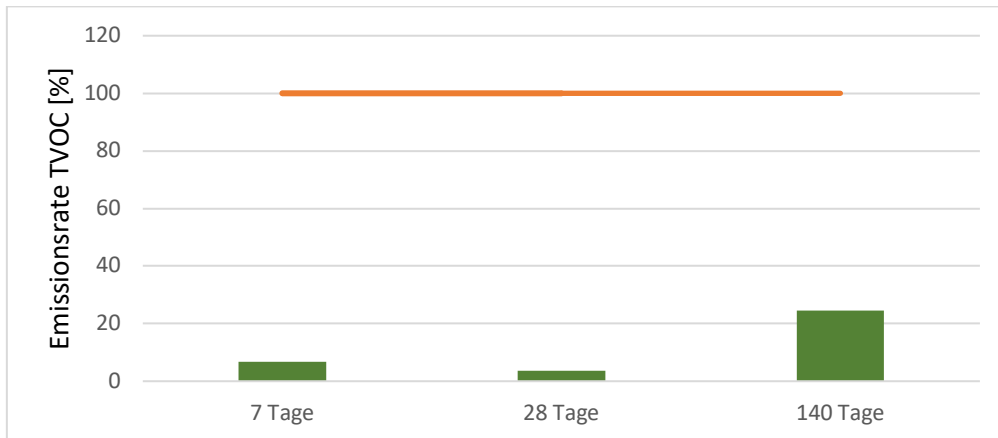


Abbildung 7 : Prozentuale Emissionsraten an TVOC der Systemvariante SKP-Z (Mittelwerte der Doppelbestimmung) im Langzeitversuch. Emissionsraten der unbeschichteten OSB-Platten angegeben als 100%-Referenzwert (rote Linie)

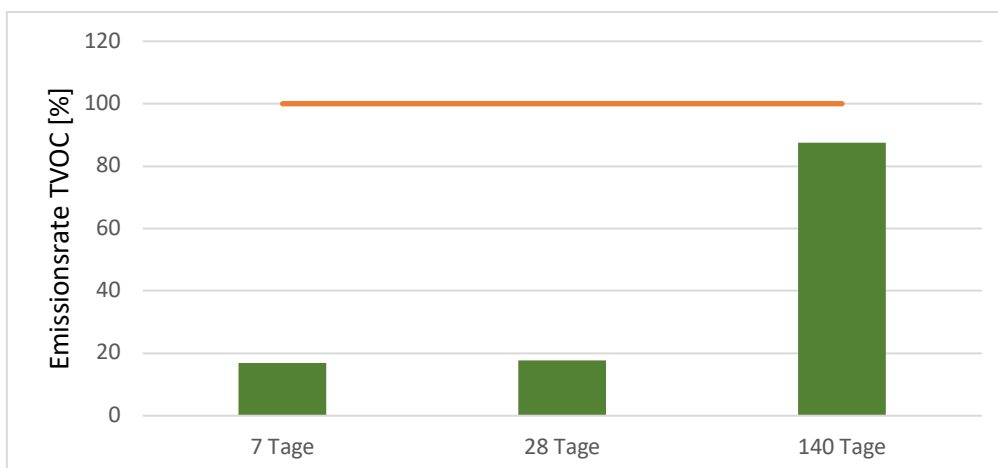


Abbildung 8 : Prozentuale Terpenemissionen der Systemvariante SKP-Z (Mittelwerte der Doppelbestimmung) im Langzeitversuch. Emissionsraten der unbeschichteten OSB-Platten angegeben als 100%-Referenzwert (rote Linie)

Tabelle 10: Emissionswerte der einzelnen Stoffgruppen des Systemaufbaus «SKP-Z» im Vergleich zur OSB-Referenz

Stoffgruppe	Emissionswerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Tag 7		Emissionswerte in [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Tag 28		Emissionswerte in [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Tag 140	
	OSB	SKP-Z	OSB	SKP-Z	OSB	SKP-Z
Summe	525.8	35.0	479.8	17.4	163.6	40.8
Terpene	209.7	35.6	100.0	17.4	46.5	40.7
Aldehyde	233.9	0.1	281.4	0	79.8	0.1
Alkohole	70.5	0	89.0	0	34.8	0
Ketone	11.7	0	9.4	0	2.5	0

### 3.2.3 Langzeitmessung einer Systemvariante mit Latexfarbe in einer $1\text{m}^3$ -Emissionsprüfkammer

Anstelle von eher praxisfernen Bedingungen der Normprüfungen mit vergleichsweise hohem Luftwechsel wurde ein praxisnahes Lüftungsszenario simuliert, das gelegentlich durchgeführter manueller Fensterlüftungen in einem Realraume entspricht (siehe Kapitel 3.4.3, Luftwechsel siehe auch in Abbildung 14). Dadurch sollte geprüft werden, wie die Barrierewirkung sich unter solchen Praxisbedingungen verhält, in denen keine geregelte Lüftungsanlage installiert ist. Aufgrund der hohen Relevanz für die Praxis wurde in diesem Fall die Latexfarbe mit nachgewiesener hohen Sperrwirkung in 25L-Kammermessungen eingesetzt. Auch im angepassten Lüftungsmodus konnte die zuvor in der 25L-Kammer gemessene hohe Sperrwirkung gegenüber der Summe an VOC (TVOC-Wert) bis zum Tag 28 bestätigt werden. Die in den Vormessungen vorliegende TVOC-Konzentration von  $350\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  (umgerechnet auf Luftwechsel von  $0.1\text{ h}^{-1}$ ) wurde in den wiederkehrenden Messungen bei identischem Luftwechsel deutlich reduziert. Für Tag 5 konnte eine Sperrwirkung 89% gemessen werden (TVOC-Konzentration von  $39\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). In den weiteren periodischen Messungen stieg die TOVC-Konzentration im Raum allerdings kontinuierlich an. Dabei konnte keine selektive Rückhaltung von Aldehyden nachgewiesen werden. Die Migration dieser Stoffe stieg in etwa gleichbleibendem Verhältnis zur Emission von Terpenen durch das Beschichtungssystem weiter an. An Tag 28 betrug die Sperrwirkung noch 74% (TVOC-Konzentration von  $93\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), an Tag 35 noch ca. 66% (TVOC-Konzentration von  $120\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Damit lag die Sperrwirkung etwas niedriger als in den Messungen des identischen Systemaufbaus in einer 25L-Kammer (Sperrwirkung ca. 80% nach 28 Tagen).

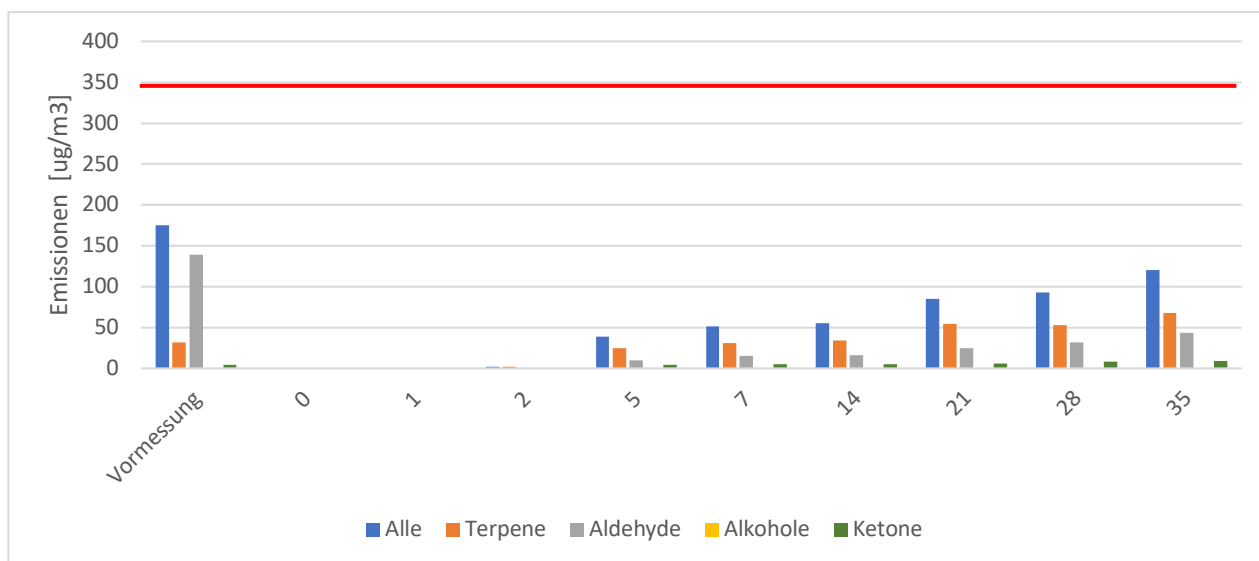
Abbildung 9: Emissionswerte der einzelnen Stoffgruppen im Langzeitversuch im  $1\text{m}^3$ -Massstab. Die rote Linie entspricht der auf geringen Luftwechsel von  $0.1\text{ h}^{-1}$  umgerechneten TVOC-Emission der unbeschichteten Referenz

Tabelle 11: Emissionswerte der einzelnen Stoffgruppen im Langzeitversuch im 1m3-Massstab

Stoffgruppe	Emissions-werte [µg/m³]								
	Tag 0	Tag 1	Tag 2	Tag 5	Tag 7	Tag 14	Tag 21	Tag 28	Tag 35
Summe	0	0	2	39	51	55	85	93	120
Terpene	0	0	2	25	31	34	55	53	68
Aldehyde	0	0	0	10	15	16	25	32	43
Alkohole	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ketone	0	0	0	4	5	5	6	8	9

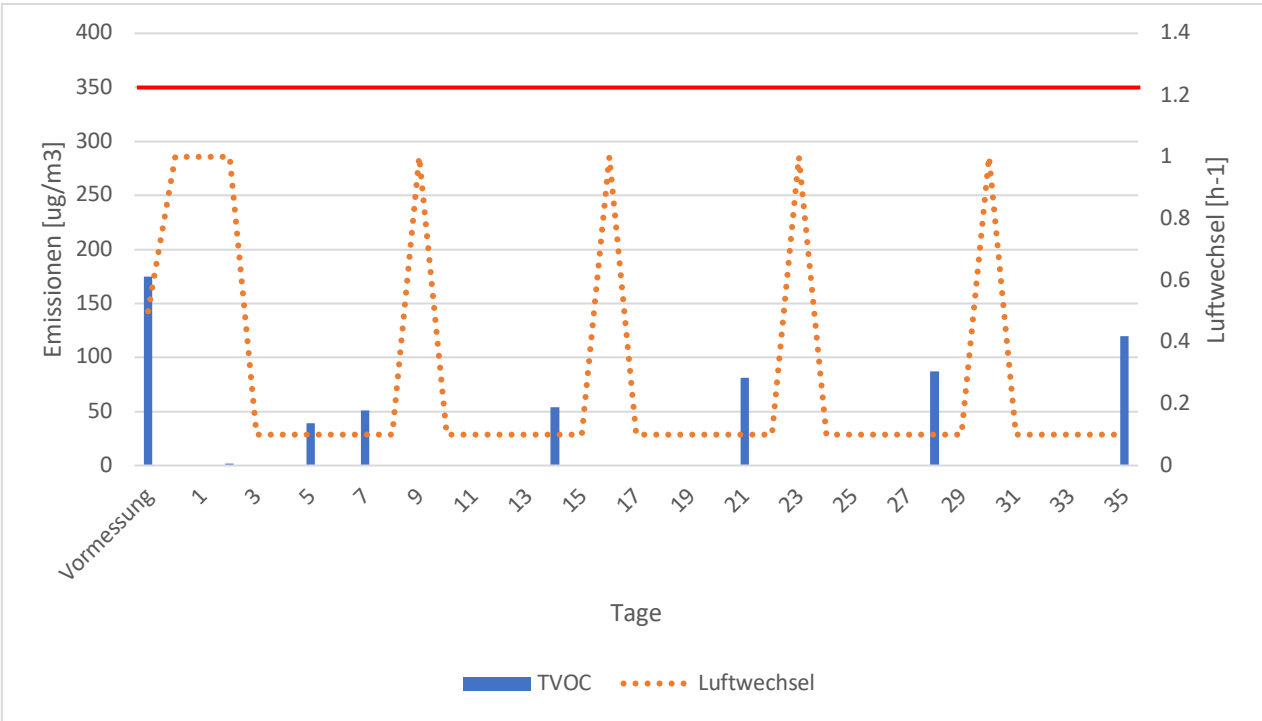


Abbildung 10 : TVOC-Emissionen im Langzeitversuch im 1m3-Massstab über die Zeit nach zyklischer Simulation eines praxisnahen Lüftungsverhaltens. Die rote Linie entspricht der auf geringen Luftwechsel von 0.1 h-1 umgerechneten TVOC-Emission der unbeschichteten Referenz

## 4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Ziel des Projektes war die Evaluation geeigneter Beschichtungssysteme in Innenraumanwendungen für das wirkungsvolle Absperren der Migration von VOC-Emissionen aus Holzwerkstoffen, insbesondere OSB-Platten, in die Innenraumluft. Zur Bestimmung dieser Barrierewirkung wurde durchgehend mit mehrschichtigen Aufbauten gearbeitet, in denen OSB-Plattmuster als Emissionsquellen dienten und darauf meist eine Gipsfaserplatte mit zusätzlicher Beschichtung (Putz oder Farbe) aufgebracht wurde.

In einem ersten Schritt wurden eine Grosszahl einzelner Prüfstücke von OSB-Platten vorbereitet, deren Emissionsprofil bestimmt und chargenweise für den späteren Einsatz gasdicht verpackt. Anhand des Emissionsprofils wurden die wichtigsten VOC-Einzelverbindungen als Zielsubstanzen für die weiteren Untersuchungen definiert (darunter verschiedene Einzelverbindungen der Stoffklassen der Terpene, Aldehyde, Alkohole und Ketone).

Als Beschichtungssysteme wurden unterschiedliche handelsübliche Produkte sowie gezielt modifizierte Systemformulierungen eingesetzt. Neben unterschiedlichen Putzen (Silikatputz, Sumpfkalkputz, Naurkalk-Lehmoberputz) wurden verschiedene Anstrichsysteme (Latexfarbe, Holzlasur, Holzfarbe) berücksichtigt. Punktuell wurden Zeolithe als VOC-Absorber eingesetzt. Insgesamt wurden 14 Systemvarianten definiert, die hinsichtlich ihrer Sperrwirkung gegenüber VOC-Emissionen aus OSB-Platten zunächst über einen Zeitraum von 28 Tagen in parallel durchgeführten Doppelbestimmungen in 25L-Emissionsprüfkammern gemessen wurden.

Deutlich nachweisbar war dabei die nicht vorhandene Barrierewirkung von Gipsfaserplatten, die häufig als erste Schicht auf OSB-Platten rauminnenseitig montiert werden. Diese Produkte wiesen bereits nach 7 Tagen in den Emissionprüfkammern keine relevante Sperrwirkung gegenüber den Emissionen darunterliegender OSB-Platten auf und spielen somit als Barriere in Innenraumanwendungen gegenüber Emissionen aus darunterliegenden Holzwerkstoffen keine Rolle.

Für unterschiedliche Putzvarianten konnten im Rahmen der 28 Tage Prüfdauer eine Barrierewirkung in Höhe von bis zu 50% Abspernung der TVOC-Emissionen nachgewiesen werden. Dies trifft für Putzsysteme mit höheren Schichtdicken (5 mm Schichtdicke) zu. Für Schichtdicken von 1 mm war die Sperrwirkung deutlich weniger stark ausgeprägt. Die Zugabe von Zeolithen als VOC-Absorber führt jedoch zu einer erheblichen Erhöhung der Sperrwirkung. Ein mit Zeolithen versetztes Sumpfkalkputz-System, aufgebracht auf eine Gipsfaserplatte, wies bei nur 1 mm Schichtdicke eine Sperrwirkung von über 90% auf. Auch eine häufig in der Praxis eingesetzte Latexfarbe zeigte mit 80% einen hohen Barriereeffekt. Die eingesetzten Farbsysteme zeigten eine eher nichtselektive Sperrwirkung gegenüber den einzelnen VOC-Stoffgruppen. Verschiedene Putzsysteme konnten insbesondere Aldehyde und Alkohole sehr wirksam absperren, die Migration von Terpenen konnte hingegen weniger stark reduziert werden.

Die Absperrwirkung des mit Zeolithen versetzten Sumpfkalkputz-Systems wurde im Rahmen einer Langzeitmessung für eine Zeitdauer von 140 Tagen in der Emissionsprüfkammer gemessen. Dabei zeigt sich eine über den Verlauf der Zeit abnehmende Sperrwirkung gegenüber der Stoffgruppe der Terpene. Dies führte zu einer leichten Abnahme der Sperrwirkung auf etwa 80% (>90% an Tag 28). Alle anderen Stoffgruppen bleiben auch noch an Tag 140 wirkungsvoll abgesperrt.

Eine Systemvariante mit Latexfarbe auf Gipsfaserplatte wurde aufgrund der hohen Relevanz für die Praxis unter praxisnahen Lüftungsverhältnissen in Gebäuden ohne geregelte Lüftungsanlage (punktuelle periodische Stofflüftungen) in einer grossen Emissionsprüfkammer eingesetzt. Dabei sollte geklärt werden, wie sich das System unter den von Normmessungen stark abweichenden geringeren Luftwechselraten verhält. Dabei konnten mit 74% Sperrwirkung auf die TVOC-Emissionen eine ähnliche Sperrwirkungen ermittelt werden wie in davor durchgeführten Emissionskammerprüfungen mit kontinuierlicher und höherer Luftwechselrate.

Für eine Anwendung in der Praxis stellen insbesondere die Systemvarianten mit Latexfarbe sowie des mit Zeolithen versetzten Sumpfkalkputz-Systems hinsichtlich der Barrierewirkung wirkungsvolle Systemvarianten dar. Dies gilt insbesondere für die ersten Monate nach Abschluss der Bauphase, die insbesondere für die Durchführung von Abschlussmessungen zum Nachweis der Einhaltung von Zielwerten in der Raumluft (entweder durch Labels des Nachhaltigen Bauens vorgegeben oder in Werkverträgen individuell vereinbart) besonders relevant sind. Insbesondere während dieses

Zeitraums unterstützt eine solche Barrierewirkung gegenüber VOC-Emissionen aus OSB-Platten im Wandaufbau eine Reduktion der Gesamtemissionen in der Raumluft, da in dieser frühen Phase nach Bauabschluss Emissionswerte von oberflächlich eingebrachten Baustoffen wie Dichtstoffen, Lacke, Bodenöle, etc. noch vergleichsweise hoch.

## Anhang A: Komplettauswertung 28 Tage Messungen

### A1.1 OSB

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.68	Acetone	67-64-1	std	399.4
5.78	Butanal	123-72-8	std	66.5
5.83	Hexan	110-54-3	std	69.3
6.33	Trichlormethane	67-66-3	te	3.8
7.09	3-Methyl-2-butanon	563-80-4	std	2.7
7.21	Cyclohexan	110-82-7	std	9.9
7.19	1-Butanol	71-36-3	std	11.9
7.79	2-Pentanone	107-87-9	te	4.9
8.14	Pentanal	110-62-3	std	126.6
10.51	1-Pentanol	71-41-0	std	116.5
11.20	n.i.-11.192		te	2.5
11.33	2-Hexanone	591-78-6	std	4.0
11.85	Hexanal	66-25-1	std	231.3
12.29	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	8.2
12.35	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	std	12.1
13.15	Furfural	98-01-1	std	2.4
14.07	trans-2-Hexenal	6728-26-3	std	2.9
14.54	1-Methoxy-2-propyl acetate	108-65-6	std	21.7
14.69	1-Hexanol	111-27-3	std	4.7
14.82	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	1.2
15.61	2-Heptanone	110-43-0	std	13.4
16.20	Heptanal	111-71-7	std	16.5
16.29	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	2.4
16.68	Acetic acid, pentyl ester	628-63-7	te	2.0
17.38	n.i.-17.37		te	1.7
17.77	alpha-Pinen	7785-26-4	std	54.3
18.59	Camphene	79-92-5	std	1.8
18.75	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	36262-09-6	te	4.4
18.79	trans-2-Heptenal	18829-55-5	std	9.6
19.15	Benzaldehyde	100-52-7	std	55.5
19.33	1-Heptanol	111-70-6	std	13.6
19.59	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	13.7
19.64	n.i.-19.632		te	4.2
19.73	Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	556-67-2	std	1.7
19.84	1-Octen-3-ol	3391-86-4	te	3.8
19.92	(-)-beta.-Pinene	18172-67-3	std	9.5
20.31	2-Octanone	111-13-7	te	3.7
21.00	Octanal	124-13-0	std	35.1
21.35	3-Carene	498-15-7	std	38.0
21.79	1-Isopropyl-3-methylbenzol (m-Cymol)	535-77-3	std	1.2
22.04	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	13.2

22.23	D-Limonene	5989-27-5	std	4.7
22.49	2(3H)-Furanone, 5-ethenyldihydro-5-methyl-	1073-11-6	te	5.7
22.81	n.i.-22.802		te	2.7
23.08	n.i.-23.071		te	4.5
23.30	2-Octenal, (E)-	2548-87-0	std	7.6
23.69	1-Octanol	111-87-5	std	15.9
23.83	n.i.-23.828		te	2.8
24.04	n.i.-24.038		te	3.4
24.19	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	6.1
24.43	2-Nonanone	821-55-6	te	12.5
24.52	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	12.0
24.73	Undecan	1120-21-4	std	3.5
24.92	Nonanal	124-19-6	std	39.4
25.22	n.i.-25.216		te	4.9
25.47	n.i.-25.466		te	4.8
25.55	Bicyclo[2.2.1]heptane, 7,7-dimethyl-2-methylene-	471-84-1	te	12.3
25.64	n.i.-25.635		te	12.3
25.74	3-Cyclopentene-1-acetaldehyde, 2,2,3-trimethyl-	4501-58-0	te	4.9
25.93	n.i.-25.927		te	16.1
26.18	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	14.0
26.24	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-, [1S-(1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)]-	547-61-5	te	14.3
26.32	Carveol	99-48-9	te	17.7
26.45	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	9.3
26.60	2-Nonenal, (E)-	18829-56-6	std	2.7
26.68	n.i.-26.679		te	5.3
26.80	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	547-60-4	te	13.4
26.85	2(10)-Pinen-3-one, (.+/-.)-	30460-92-5	te	18.7
27.03	Ethanone, 1-(4-methylphenyl)-	122-00-9	te	5.5
27.13	(-)-Borneol	464-45-9	std	3.2
27.22	Benzenemethanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-	1197-01-9	te	20.3
27.42	Benzenemethanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-	1197-01-9	te	25.9
27.61	n.i.-27.605		te	3.9
27.63	Dodecane	112-40-3	std	3.2
27.75	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl-	564-94-3	te	11.3
27.82	Decanal	112-31-2	std	5.8
28.06	Verbenon	80-57-9	std	48.6
28.12	2,4-Cycloheptadien-1-one, 2,6,6-trimethyl-	503-93-5	te	10.5
28.24	Carveol	99-48-9	te	4.2
28.34	Propanal, 2-methyl-3-phenyl-	1000131-87-6	te	5.0
28.48	n.i.-28.474		te	3.7
28.88	(-)-Carvone	6485-40-1	te	4.7
29.05	n.i.-29.045		te	4.4

<b>29.17</b>	2-Decenal, (E)-	3913-81-3	std	3.9
<b>29.32</b>	3,7,7-Trimethylbicyclo[4.1.0]hept-3-ene-2,5-dione	6617-34-1	te	2.7
<b>29.42</b>	n.i.-29.418		te	5.4
<b>29.60</b>	n.i.-29.593		te	2.7
<b>29.68</b>	n.i.-29.68		te	2.3
<b>29.78</b>	n.i.-29.779		te	4.4
<b>29.94</b>	Tridecane	629-50-5	std	1.1
<b>30.51</b>	3,7,7-Trimethylbicyclo[4.1.0]hept-3-ene-2,5-dione	6617-34-1	te	18.2
<b>31.01</b>	3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-, acetate	80-26-2	te	1.8
<b>31.30</b>	Tricyclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-ene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (1R,2S,7R,8R)-	5989-08-2	te	2.0
<b>31.90</b>	Tetradecane	629-59-4	std	1.2
<b>32.53</b>	Isolongifolen	1135-66-6	std	2.3
<b>33.65</b>	Pentadecane	629-62-9	std	1.5
<b>35.16</b>	Diethyl Phthalate	84-66-2	te	1.6
<b>35.24</b>	Hexadecane	544-76-3	std	1.2
<b>36.72</b>	Heptadecane	629-78-7	std	1.3

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.2 GFP1

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.68	Acetone	67-64-1	std	571.5
5.78	Butanal	123-72-8	std	67.6
5.83	Hexan	110-54-3	std	47.1
6.33	Trichlormethane	67-66-3	te	2.0
7.18	1-Butanol	71-36-3	std	14.5
7.79	2-Pentanone	107-87-9	te	4.7
8.13	Pentanal	110-62-3	std	112.5
10.49	1-Pentanol	71-41-0	std	55.8
11.32	<b>2-Hexanone</b>	<b>591-78-6</b>	<b>std</b>	<b>4.2</b>
11.83	Hexanal	66-25-1	std	199.0
12.28	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	3.8
12.34	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	std	5.1
14.06	trans-2-Hexenal	6728-26-3	std	1.4
14.53	1-Methoxy-2-propyl acetate	108-65-6	std	9.0
14.81	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	1.1
15.60	2-Heptanone	110-43-0	std	12.2
16.20	Heptanal	111-71-7	std	14.9
17.76	alpha-Pinen	7785-26-4	std	56.1
18.58	Camphene	79-92-5	std	2.3
18.74	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	36262-09-6	te	4.1
18.77	2-Heptenal, (Z)-	57266-86-1	te	1.5
19.13	Benzaldehyde	100-52-7	std	24.1
19.32	1-Heptanol	111-70-6	std	4.3
19.58	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	12.9
19.62	n.i.-19.62		te	1.9
19.92	(-)-.beta.-Pinene	18172-67-3	std	8.7
20.30	2-Octanone	111-13-7	te	3.6
20.99	Octanal	124-13-0	std	26.5
21.34	3-Carene	498-15-7	std	38.2
21.79	1-Isopropyl-3-methylbenzol (m-Cymol)	535-77-3	std	1.8
22.03	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	21.0
22.23	D-Limonene	5989-27-5	std	5.0
22.48	n.i.-22.476		te	2.6
23.29	2-Octenal, (E)-	2548-87-0	std	2.6
23.68	1-Octanol	111-87-5	std	3.3
24.18	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	4.9
24.42	2-Nonanone	821-55-6	te	9.8
24.52	n.i.-24.516		te	9.7
24.73	Undecan	1120-21-4	std	3.8
24.91	Nonanal	124-19-6	std	27.3
25.23	n.i.-25.233		te	1.5
25.46	n.i.-25.46		te	3.5
25.54	n.i.-25.542		te	6.2

25.63	n.i.-25.629		te	10.3
25.72	n.i.-25.717		te	9.3
25.92	2-Caren-4-ol	6617-35-2	te	12.6
26.05	(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	110453-78-6	te	5.9
26.14	3-Methylheptyl acetate	72218-58-7	te	2.5
26.17	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	7.8
26.24	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-	5947-36-4	te	4.4
26.44	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	6.9
26.59	2-Nonenal, (E)-	18829-56-6	std	1.1
26.80	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	547-60-4	te	9.9
26.84	2(10)-Pinen-3-one, (.+/-.)-	30460-92-5	te	14.4
27.12	(-)-Borneol	464-45-9	std	1.1
27.22	Benzenemethanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-	1197-01-9	te	3.1
27.41	n.i.-27.413		te	5.6
27.62	Dodecane	112-40-3	std	2.3
27.74	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl-	564-94-3	te	5.9
27.81	Decanal	112-31-2	std	2.3
28.04	Verbenon	80-57-9	std	7.8
28.47	Formic acid, 2-ethylhexyl ester	1000368-94-7	te	2.9
29.15	2-Decenal, (E)-	3913-81-3	std	2.0
29.78	n.i.-29.779		te	2.2
29.94	Tridecane	629-50-5	std	1.2
31.90	Tetradecane	629-59-4	std	2.1
32.53	Isolongifolen	1135-66-6	std	1.4
33.64	Pentadecane	629-62-9	std	1.8

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.3 GFP2

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.67	Acetone	67-64-1	std	160.5
5.77	Butanal	123-72-8	std	15.6
5.81	Ethylmethylketon	78-93-3	std	9.2
7.19	1-Butanol	71-36-3	std	10.8
7.57	2-Propanol, 1-methoxy-	107-98-2	std	4.5
7.79	2-Pentanone	107-87-9	te	3.3
7.88	1,3,5-Trioxane	110-88-3	te	1.5
8.12	Pentanal	110-62-3	std	28.8
8.19	Silanediol, dimethyl-	1066-42-8	te	3.1
10.48	1-Pentanol	71-41-0	std	33.7
10.52	Toluene	108-88-3	std	5.3
11.31	2-Hexanone	591-78-6	std	3.2
11.81	Hexanal	66-25-1	std	68.0
12.26	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	15.4
13.14	Furfural	98-01-1	std	1.9
14.80	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	1.1
15.60	2-Heptanone	110-43-0	std	8.5
15.95	Cyclohexanone	108-94-1	std	1.7
16.19	Nonane	111-84-2	std	1.8
16.19	Heptanal	111-71-7	std	7.4
16.29	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	1.6
16.87	1,3,5,7-Tetroxane	293-30-1	te	2.7
17.74	alpha-Pinen	7785-26-4	std	35.9
18.56	Camphene	79-92-5	std	1.3
18.72	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	36262-09-6	te	3.3
19.11	Benzaldehyde	100-52-7	std	19.3
19.32	1-Heptanol	111-70-6	std	1.8
19.56	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	8.0
19.70	Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	556-67-2	std	3.0
19.89	(-)-.beta.-Pinene	18172-67-3	std	5.5
20.29	2-Octanone	111-13-7	te	2.3
20.97	Octanal	124-13-0	std	11.3
21.32	3-Carene	498-15-7	std	21.2
21.77	1-Isopropyl-3-methylbenzol (m-Cymol)	535-77-3	std	1.0
22.01	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	10.8
22.21	D-Limonene	5989-27-5	std	2.8
22.79	n.i.-22.785		te	1.9
23.28	2-Octenal, (E)-	2548-87-0	std	1.6
23.64	Acetophenone	98-86-2	std	3.6
24.17	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	3.2
24.41	2-Nonanone	821-55-6	te	4.1
24.50	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	3.8

24.89	Undecan	1120-21-4	std	3.2
24.89	Nonanal	124-19-6	std	8.6
25.53	n.i.-25.53		te	2.8
25.62	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	1.4
25.91	n.i.-25.909		te	5.3
26.16	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	3.5
26.43	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	3.2
26.58	2-Nonenal, (E)-	18829-56-6	std	1.9
26.78	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	547-60-4	te	4.9
26.83	2(10)-Pinen-3-one, (.+/-.)-	30460-92-5	te	6.8
27.40	n.i.-27.401		te	2.5
27.61	Dodecane	112-40-3	std	2.6
27.73	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2- carboxaldehyde, 6,6- dimethyl-	564-94-3	te	3.0
27.80	Decanal	112-31-2	std	1.2
28.02	Verbenon	80-57-9	std	3.2
29.77	n.i.-29.768		te	1.4
29.92	Tridecane	629-50-5	std	2.5
31.89	Tetradecane	629-59-4	std	1.2
32.52	Isolongifolen	1135-66-6	std	1.4
33.63	Pentadecane	629-62-9	std	1.9
35.22	Hexadecane	544-76-3	std	1.3
41.72	n.i.-41.716		te	1.4
42.02	n.i.-42.02		te	1.7
43.40	n.i.-43.401		te	2.0

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.4 SKP

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.68	Acetone	67-64-1	std	234.1
4.21	n.i.-4.209		te	1.1
4.45	Dimethyl ether	115-10-6	te	1.8
4.98	Acetic acid, methyl ester	79-20-9	std	4.1
5.83	Hexan	110-54-3	std	73.0
6.11	Ethyl Acetate	141-78-6	std	4.9
6.02	Essigsäure	64-19-7	std	85.0
7.19	1-Butanol	71-36-3	std	14.1
7.52	2-Propanol, 1-methoxy-	107-98-2	std	21.3
7.79	2-Pentanone	107-87-9	te	5.3
8.14	Pentanal	110-62-3	std	111.5
9.84	2-Propanol, 1-ethoxy-	1569-02-4	te	4.6
10.50	1-Pentanol	71-41-0	std	58.2
10.54	Toluene	108-88-3	std	6.9
11.33	2-Hexanone	591-78-6	std	4.2
11.49	Cyclopentanone	120-92-3	std	1.2
11.85	Hexanal	66-25-1	std	188.6
12.28	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	6.5
12.35	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	std	40.2
13.16	1-Butanol, 3-methoxy-	2517-43-3	std	3.9
13.60	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on (Diacetonalkohol)	123-42-2	std	61.9
14.07	trans-2-Hexenal	6728-26-3	std	1.5
14.56	1-Methoxy-2-propyl acetate	108-65-6	std	183.4
14.71	1-Hexanol	111-27-3	std	2.2
14.82	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	2.0
15.61	2-Heptanone	110-43-0	std	9.5
15.97	Cyclohexanone	108-94-1	std	3.1
16.21	Heptanal	111-71-7	std	11.9
16.28	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	25.6
16.68	Acetic acid, pentyl ester	628-63-7	te	1.5
17.76	alpha-Pinen	7785-26-4	std	46.1
17.93	2-Propanol, 1-butoxy-	5131-66-8	std	4.2
18.58	Camphene	79-92-5	std	1.7
18.75	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	36262-09-6	te	3.0
18.78	trans-2-Heptenal	18829-55-5	std	3.1
19.13	Benzaldehyde	100-52-7	std	16.0
19.33	1-Heptanol	111-70-6	std	3.4
19.58	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	535-77-3	te	1.0
19.70	1-Butanol, 3-methoxy-, acetate	4435-53-4	te	30.6
19.92	(-)-.beta.-Pinene	18172-67-3	std	7.1
20.31	2-Octanone	111-13-7	te	2.3
20.99	Octanal	124-13-0	std	17.4
21.35	3-Carene	498-15-7	std	28.9
21.72	1,2-Propanediol, diacetate	623-84-7	std	4.4

21.79	1-Isopropyl-3-methylbenzol (m-Cymol)	535-77-3	std	1.0
22.03	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	10.4
22.23	D-Limonene	5989-27-5	std	3.1
22.80	n.i.-22.808		te	1.9
23.29	2-Octenal, (E)-	2548-87-0	std	1.9
23.66	Acetophenone	98-86-2	std	1.3
24.19	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	3.1
24.26	2-Butoxyethyl acetate	112-07-2	std	8.6
24.43	2-Nonanone	821-55-6	te	6.3
24.52	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	4.9
24.82	Undecan	1120-21-4	std	3.5
24.91	Nonanal	124-19-6	std	12.3
25.21	n.i.-25.21		te	2.6
25.47	n.i.-25.466		te	2.2
25.55	n.i.-25.548		te	3.9
25.58	n.i.-25.583		te	2.2
25.63	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	1.3
25.72	n.i.-25.723		te	5.5
25.92	2-Caren-4-ol	6617-35-2	te	7.9
26.05	(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	110453-78-6	te	3.4
26.17	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	4.7
26.24	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-, [1S-(1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)]-	547-61-5	te	2.5
26.44	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	4.9
26.80	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	547-60-4	te	6.5
26.85	2(10)-Pinen-3-one, (+/-)-	30460-92-5	te	9.0
27.41	n.i.-27.413		te	2.2
27.63	Dodecane	112-40-3	std	1.1
27.74	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl-	564-94-3	te	3.4
28.04	Verbenon	80-57-9	std	4.2
32.53	Isolongifolen	1135-66-6	std	1.1

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.5 SKP-Um

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.63	Acetone	67-64-1	std	409.6
4.93	Acetic acid, methyl ester	79-20-9	std	1.5
5.71	Butanal	123-72-8	std	40.9
5.74	Ethylmethylketon	78-93-3	std	11.5
7.10	1-Butanol	71-36-3	std	11.4
7.41	2-Propanol, 1-methoxy-	107-98-2	std	7.0
7.70	2-Pentanone	107-87-9	te	3.3
8.05	Pentanal	110-62-3	std	79.4
10.40	1-Pentanol	71-41-0	std	58.6
10.44	Toluene	108-88-3	std	4.0
11.22	2-Hexanone	591-78-6	std	2.5
11.73	Hexanal	66-25-1	std	131.8
12.24	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	std	27.6
13.04	Furfural	98-01-1	std	2.2
13.48	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on (Diacetonalkohol)	123-42-2	std	64.4
13.95	trans-2-Hexenal	6728-26-3	std	1.3
14.42	1-Methoxy-2-propyl acetate	108-65-6	std	28.6
14.70	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	1.6
15.49	2-Heptanone	110-43-0	std	8.1
16.08	Heptanal	111-71-7	std	10.4
16.19	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	89.6
17.63	alpha-Pinen	7785-26-4	std	38.2
17.81	2-Propanol, 1-butoxy-	5131-66-8	std	11.7
18.45	Camphene	79-92-5	std	1.1
19.00	Benzaldehyde	100-52-7	std	20.1
19.45	n.i.-19.445		te	6.7
19.57	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	9.0
19.78	(-).beta.-Pinene	18172-67-3	std	6.9
20.87	Decane	124-18-5	std	4.3
20.87	Octanal	124-13-0	std	16.3
21.22	3-Carene	498-15-7	std	35.7
21.61	1,2-Propanediol, diacetate	623-84-7	std	4.9
21.91	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	9.3
22.11	D-Limonene	5989-27-5	std	3.2
23.55	Acetophenone	98-86-2	std	1.2
24.08	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	4.9
24.17	2-Butoxyethyl acetate	112-07-2	std	18.4
24.32	n.i.-24.324		te	7.2
24.41	Benzene, (2-methyl-1-propenyl)-	768-49-0	te	6.6
24.81	Undecan	1120-21-4	std	4.1
24.81	Nonanal	124-19-6	std	10.7
25.11	n.i.-25.11		te	3.2
25.45	n.i.-25.454		te	5.7
25.50	n.i.-25.495		te	5.3

25.54	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	2.0
25.63	n.i.-25.629		te	10.2
25.83	n.i.-25.827		te	4.4
25.97	(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	110453-78-6	te	5.4
26.08	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	9.0
26.14	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-, [1S-(1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)]-	547-61-5	te	5.7
26.35	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	6.7
26.70	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	547-60-4	te	7.4
26.75	2(10)-Pinen-3-one, (.+/-.)-	30460-92-5	te	8.7
27.33	n.i.-27.325		te	4.1
27.54	Dodecane	112-40-3	std	1.3
27.65	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl-	564-94-3	te	4.2
27.72	Decanal	112-31-2	std	1.2
28.02	Verbenon	80-57-9	std	4.2
28.03	2,4-Cycloheptadien-1-one, 2,6,6-trimethyl-	503-93-5	te	2.9
29.69	n.i.-29.692		te	1.9
32.44	Isolongifolen	1135-66-6	std	1.7
37.35	n.i.-37.345		te	3.7
37.93	n.i.-37.922		te	4.5
37.99	n.i.-37.986		te	5.6
38.15	n.i.-38.149		te	4.0
38.33	.alpha.-Phellandrene	99-83-2	te	4.2
38.50	n.i.-38.499		te	13.0
38.84	n.i.-38.837		te	3.5

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.6 SKP-OSB

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.66	Acetone	67-64-1	std	138.4
5.77	Butanal	123-72-8	std	37.3
5.80	Ethylmethylketon	78-93-3	std	25.5
5.97	Essigsäure	64-19-7	std	49.7
7.18	1-Butanol	71-36-3	std	15.7
7.55	2-Propanol, 1-methoxy-	107-98-2	std	4.3
7.78	2-Pentanone	107-87-9	te	6.2
7.87	1,3,5-Trioxane	110-88-3	te	3.3
8.12	Pentanal	110-62-3	std	38.7
9.47	Methyl Isobutyl Ketone	108-10-1	std	1.2
10.50	1-Pentanol	71-41-0	std	105.2
11.31	2-Hexanone	591-78-6	std	7.6
11.47	Cyclopentanone	120-92-3	std	2.0
11.81	Hexanal	66-25-1	std	88.7
12.26	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	10.2
12.33	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	te	4.1
13.14	Furfural	98-01-1	std	2.4
14.05	trans-2-Hexenal	6728-26-3	std	2.1
14.53	1-Methoxy-2-propyl acetate	108-65-6	std	2.3
14.67	1-Hexanol	111-27-3	std	5.1
14.79	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	1.0
15.42	3-Heptanone	106-35-4	te	5.7
15.59	2-Heptanone	110-43-0	std	11.8
15.95	Cyclohexanone	108-94-1	std	1.8
16.18	Heptanal	111-71-7	std	7.9
16.26	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	6.4
16.86	1,3,5,7-Tetroxane	293-30-1	te	5.4
17.74	alpha-Pinen	7785-26-4	std	39.1
18.56	Camphene	79-92-5	std	1.1
18.76	trans-2-Heptenal	18829-55-5	std	6.4
19.12	Benzaldehyde	100-52-7	std	45.1
19.31	1-Heptanol	111-70-6	std	10.4
19.56	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	8.7
19.70	Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	556-67-2	std	2.4
19.89	(-)-.beta.-Pinene	18172-67-3	std	5.5
20.08	3-Octanone	106-68-3	te	1.8
20.29	2-Octanone	111-13-7	te	3.2
20.60	n.i.-20.599		te	1.4
20.97	Octanal	124-13-0	std	13.5
21.32	3-Carene	498-15-7	std	28.1
22.01	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	5.8
22.03	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	22.0
22.21	D-Limonene	5989-27-5	std	2.1
22.46	n.i.-22.459		te	1.9
23.27	2-Octenal, (E)-	2548-87-0	std	3.5
23.64	Acetophenone	98-86-2	std	3.4

23.67	1-Octanol	111-87-5	std	10.7
24.17	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	3.6
24.41	n.i.-24.405		te	8.1
24.50	n.i.-24.499		te	5.5
24.89	Undecan	1120-21-4	std	5.0
24.89	Nonanal	124-19-6	std	13.1
25.20	n.i.-25.192		te	1.4
25.43	n.i.-25.431		te	1.6
25.53	n.i.-25.53		te	8.8
25.62	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	1.2
25.72	3-Cyclopentene-1-acetaldehyde, 2,2,3-trimethyl-	4501-58-0	te	2.3
25.91	Ethanone, 1-(1,4-dimethyl-3-cyclohexen-1-yl)-	43219-68-7	te	11.8
26.16	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	9.7
26.22	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-, [1S-(1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)]-	547-61-5	te	9.2
26.30	E-Verbenol	1820-09-3	te	8.9
26.43	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	5.9
26.58	2-Nonenal, (E)-	18829-56-6	std	1.2
26.67	n.i.-26.667		te	2.6
26.78	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	547-60-4	te	8.4
26.83	2(10)-Pinen-3-one, (+/-)-	30460-92-5	te	11.4
27.01	Ethanone, 1-(4-methylphenyl)-	122-00-9	te	3.3
27.11	Borneol	507-70-0	te	3.6
27.20	Benzenemethanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-	1197-01-9	te	9.9
27.40	Benzenemethanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-	1197-01-9	te	14.6
27.61	Dodecane	112-40-3	te	1.6
27.73	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl-	564-94-3	te	6.9
27.80	Decanal	112-31-2	std	2.4
28.04	Verbenon	80-57-9	std	36.0
28.10	2,4-Cycloheptadien-1-one, 2,6,6-trimethyl-	503-93-5	te	7.3
28.32	n.i.-28.316		te	2.9
28.46	n.i.-28.462		te	1.9
28.86	n.i.-28.859		te	2.9
29.15	n.i.-29.15		te	1.8
29.31	n.i.-29.307		te	2.3
29.40	n.i.-29.401		te	2.5
29.77	n.i.-29.768		te	3.7
29.93	Tridecane	629-50-5	std	1.4

<b>30.50</b>	2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	490-91-5	te	8.6
<b>31.29</b>	Tricyclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-ene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (1R,2S,7R,8R)-	5989-08-2	te	1.4
<b>31.89</b>	Tetradecane	629-59-4	std	1.8
<b>32.51</b>	Isolongifolen	1135-66-6	std	2.6
<b>33.63</b>	Pentadecane	629-62-9	std	2.9
<b>35.12</b>	2,2,4-Trimethyl-1,3-pentenediol diisobutyrate	6846-50-0	te	1.8
<b>35.22</b>	Hexadecane	544-76-3	std	2.2
<b>36.70</b>	Heptadecane	629-78-7	std	1.9
<b>38.09</b>	Octadecane	593-45-3	std	1.9
<b>39.40</b>	Nonadecane	629-92-5	std	1.6
<b>40.65</b>	Eicosane	112-95-8	std	1.3
<b>41.72</b>	n.i.-41.717		te	1.3
<b>41.84</b>	Heneicosane	629-94-7	std	1.0
<b>42.01</b>	n.i.-42.014		te	1.7
<b>43.40</b>	n.i.-43.401		te	1.7

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.7 SKP-3mm

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.68	Acetone	67-64-1	std	259.0
5.77	Butanal	123-72-8	std	26.2
5.81	Ethylmethylketon	78-93-3	std	11.3
6.11	Ethyl Acetate	141-78-6	std	1.8
5.97	Essigsäure	64-19-7	std	51.7
7.17	n.i.-7.17		te	10.1
7.47	2-Propanol, 1-methoxy-	107-98-2	std	34.4
7.77	2-Pentanone	107-87-9	te	3.0
8.11	Pentanal	110-62-3	std	59.6
9.76	Propylene Glycol	57-55-6	std	96.3
10.47	1-Pentanol	71-41-0	std	49.0
10.51	Toluene	108-88-3	std	4.6
11.29	2-Hexanone	591-78-6	std	2.7
11.45	Cyclopentanone	120-92-3	std	1.1
11.80	Hexanal	66-25-1	std	104.4
12.25	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	2.7
12.31	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	std	4.8
13.10	1-Butanol, 3-methoxy-	2517-43-3	std	6.0
13.56	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on (Diacetonalkohol)	123-42-2	std	52.7
14.02	trans-2-Hexenal	6728-26-3	std	1.3
14.49	1-Methoxy-2-propyl acetate	108-65-6	std	21.4
14.77	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	1.6
15.57	2-Heptanone	110-43-0	std	8.3
16.16	Heptanal	111-71-7	std	9.3
16.25	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	39.5
17.71	alpha-Pinen	7785-26-4	std	27.9
17.89	2-Propanol, 1-butoxy-	5131-66-8	std	3.4
18.53	Camphene	79-92-5	std	1.0
18.69	n.i.-18.693		te	2.6
18.71	n.i.-18.716		te	1.3
19.08	Benzaldehyde	100-52-7	std	17.1
19.28	1-Heptanol	111-70-6	std	2.3
19.53	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	6.5
19.67	Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	556-67-2	std	1.2
19.86	(-)-.beta.-Pinene	18172-67-3	std	4.4
20.26	2-Octanone	111-13-7	te	2.2
20.94	Octanal	124-13-0	std	13.0
21.29	3-Carene	498-15-7	std	19.9
21.98	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	8.1
22.01	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	28.7
22.18	D-Limonene	5989-27-5	std	2.3
22.75	n.i.-22.75		te	1.7
23.25	n.i.-23.245		te	2.0
23.61	Acetophenone	98-86-2	std	2.5
24.14	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	3.7

24.21	2-Butoxyethyl acetate	112-07-2	std	2.2
24.38	2-Nonanone	821-55-6	te	6.7
24.47	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	5.3
24.49	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,3,3-trimethyl-	1195-79-5	te	1.9
24.69	n.i.-24.685		te	7.0
24.87	Nonanal	124-19-6	std	6.6
25.17	n.i.-25.169		te	3.5
25.42	n.i.-25.419		te	2.3
25.50	n.i.-25.507		te	3.8
25.55	n.i.-25.548		te	7.6
25.59	n.i.-25.594		te	9.9
25.68	n.i.-25.682		te	13.4
25.88	E-Verbenol	1820-09-3	te	5.0
26.02	(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	110453-78-6	te	6.6
26.13	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	7.0
26.20	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-, [1S-(1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)]-	547-61-5	te	3.3
26.40	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	5.6
26.75	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	547-60-4	te	6.7
26.80	2(10)-Pinen-3-one, (.+/-.)-	30460-92-5	te	8.2
27.37	n.i.-27.372		te	2.3
27.58	Dodecane	112-40-3	std	1.2
27.70	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl-	564-94-3	te	3.3
28.07	Verbenon	80-57-9	std	2.0
29.74	n.i.-29.738		te	1.4
32.48	Isolongifolen	1135-66-6	std	1.4
35.19	Hexadecane	544-76-3	te	1.5
36.67	Heptadecane	629-78-7	te	1.5

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.8 SKP-Z

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.63	Acetone	67-64-1	std	77.7
5.76	3-Methylpentan	96-14-0	std	15.2
6.04	Essigsäure	64-19-7	std	61.9
10.44	Toluene	108-88-3	std	1.0
14.31	Ethylbenzene	100-41-4	std	2.0
14.76	p-Xylol	106-42-3	std	2.6
17.63	alpha-Pinen	7785-26-4	std	7.7
19.78	(-)-.beta.-Pinene	18172-67-3	std	1.3
21.21	3-Carene	498-15-7	std	6.6
21.91	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	1.7
38.33	n.i. 38.332		te	2.0
38.50	n.i. 38.502		te	7.0
38.84	n.i. 38.843		te	1.0

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.9 SP

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.68	Acetone	67-64-1	std	566.3
4.20	n.i.-4.203		te	1.6
5.83	Hexan	110-54-3	std	82.1
6.33	Trichlormethane	67-66-3	te	4.0
7.09	3-Methyl-2-butanon	563-80-4	std	2.9
7.19	1-Butanol	71-36-3	std	32.2
7.53	2-Propanol, 1-methoxy-	107-98-2	std	15.4
7.79	2-Pentanone	107-87-9	te	4.7
8.14	Pentanal	110-62-3	std	113.9
9.79	2-Propanol, 1-ethoxy-	1569-02-4	te	2.5
9.84	Propylene Glycol	57-55-6	std	61.5
10.50	1-Pentanol	71-41-0	std	55.1
10.54	Toluene	108-88-3	std	4.7
11.33	2-Hexanone	591-78-6	std	4.4
11.50	Propanoic acid, 2-methyl-	79-31-2	te	124.6
11.84	Hexanal	66-25-1	std	202.2
11.84	Isobuttersäure	79-31-2	std	124.6
12.28	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	7.8
12.35	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	std	46.2
13.63	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on (Diacetonalkohol)	123-42-2	std	99.1
14.07	trans-2-Hexenal	6728-26-3	std	1.8
14.57	1-Methoxy-2-propyl acetate	108-65-6	std	270.3
14.82	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	1.5
15.61	2-Heptanone	110-43-0	std	12.9
16.21	Heptanal	111-71-7	std	26.2
16.29	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	37.2
16.68	Acetic acid, pentyl ester	628-63-7	te	2.0
17.76	alpha-Pinen	7785-26-4	std	58.5
17.93	2-Propanol, 1-butoxy-	5131-66-8	std	6.5
18.58	Camphene	79-92-5	std	2.3
18.75	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	36262-09-6	te	3.0
19.13	Benzaldehyde	100-52-7	std	23.7
19.33	1-Heptanol	111-70-6	std	4.2
19.59	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	13.6
19.70	1-Butanol, 3-methoxy-, acetate	4435-53-4	te	43.4
19.92	(-)-.beta.-Pinene	18172-67-3	std	10.0
20.31	2-Octanone	111-13-7	te	3.7
21.00	Octanal	124-13-0	std	29.2
21.35	3-Carene	498-15-7	std	44.8
21.73	1,2-Propanediol, diacetate	623-84-7	std	9.3
21.79	1-Isopropyl-3-methylbenzol (m-Cymol)	535-77-3	std	2.0
22.03	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	20.3
22.23	D-Limonene	5989-27-5	std	5.5

22.80	n.i.-22.802		te	2.9
23.29	2-Octenal, (E)-	2548-87-0	std	3.2
23.66	Acetophenone	98-86-2	std	2.5
24.19	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	3.9
24.26	2-Butoxyethyl acetate	112-07-2	std	22.9
24.42	2-Nonanone	821-55-6	te	7.9
24.52	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	5.7
24.55	n.i.-24.545		te	5.1
24.65	4-Nonenal, (E)-	2277-16-9	te	5.6
24.73	Undecan	1120-21-4	std	4.1
24.91	Nonanal	124-19-6	std	29.3
25.21	n.i.-25.21		te	3.0
25.47	Thujone	546-80-5	te	3.1
25.55	n.i.-25.548		te	4.3
25.58	n.i.-25.583		te	3.1
25.64	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	1.5
25.72	n.i.-25.723		te	7.0
25.92	2-Caren-4-ol	6617-35-2	te	9.5
26.06	(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	110453-78-6	te	4.5
26.14	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3	te	1.4
26.18	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	8.6
26.20	2-Ethylhexylacetat	103-09-3	std	1.4
26.24	n.i.-26.236		te	2.6
26.45	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	5.7
26.61	2-Nonenal, (E)-	18829-56-6	std	115.0
26.80	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.beta.,5.alpha.)-	15358-88-0	te	7.5
26.85	2(10)-Pinen-3-one, (.+/-.)-	30460-92-5	te	11.3
27.13	(-)-Borneol	464-45-9	std	1.1
27.41	n.i.-27.413		te	3.7
27.63	Dodecane	112-40-3	std	3.0
27.74	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl-	564-94-3	te	3.9
27.82	Decanal	112-31-2	std	2.3
28.04	Verbenon	80-57-9	std	5.8
28.47	n.i.-28.474		te	2.1
29.78	n.i.-29.779		te	1.7
31.91	Tetradecane	629-59-4	std	1.4
32.53	Isolongifolen	1135-66-6	std	1.4
33.65	Pentadecane	629-62-9	std	1.3

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.10 SP-3mm

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.68	Acetone	67-64-1	std	372.8
4.98	Acetic acid, methyl ester	79-20-9	std	1.6
5.76	Butanal	123-72-8	std	33.1
5.82	Hexan	110-54-3	std	18.9
5.81	Ethylmethylketon	78-93-3	std	12.9
7.16	1-Butanol	71-36-3	std	19.6
7.51	2-Propanol, 1-methoxy-	107-98-2	std	5.4
7.77	2-Pentanone	107-87-9	te	2.9
8.11	Pentanal	110-62-3	std	64.3
9.71	Propylene Glycol	57-55-6	std	61.1
10.47	1-Pentanol	71-41-0	std	46.6
10.51	Toluene	108-88-3	std	4.2
11.29	2-Hexanone	591-78-6	std	2.7
11.46	Cyclopentanone	120-92-3	std	1.0
11.80	Hexanal	66-25-1	std	115.5
12.25	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	3.3
12.31	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	std	9.0
13.55	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on (Diacetonalkohol)	123-42-2	std	69.4
14.02	trans-2-Hexenal	6728-26-3	std	1.2
14.50	1-Methoxy-2-propyl acetate	108-65-6	std	73.4
14.77	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	1.6
15.56	2-Heptanone	110-43-0	std	8.6
16.16	Heptanal	111-71-7	std	10.5
16.24	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	29.5
17.71	alpha-Pinen	7785-26-4	std	33.0
17.88	2-Propanol, 1-butoxy-	5131-66-8	std	2.7
18.53	Camphene	79-92-5	std	1.2
18.69	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	36262-09-6	te	3.3
18.72	n.i 18.723		te	1.3
19.08	Benzaldehyde	100-52-7	std	15.8
19.53	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	6.7
19.64	1-Butanol, 3-methoxy-, acetate	4435-53-4	te	12.2
19.67	Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	556-67-2	std	1.4
19.86	(-)-.beta.-Pinene	18172-67-3	std	5.7
20.26	2-Octanone	111-13-7	te	2.2
20.94	Octanal	124-13-0	std	15.1
21.29	3-Carene	498-15-7	std	25.3
21.68	1,2-Propanediol, diacetate	623-84-7	std	4.3
21.98	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	10.0
22.18	D-Limonene	5989-27-5	std	2.8
22.75	n.i. 22.752		te	1.8
23.25	n.i 23.254		te	1.8
23.61	Acetophenone	98-86-2	std	2.7

24.14	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	4.1
24.21	2-Butoxyethyl acetate	112-07-2	std	8.6
24.38	2-Nonanone	821-55-6	te	5.7
24.47	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	5.4
24.49	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,3,3-trimethyl-	1195-79-5	te	2.2
24.87	Undecan	1120-21-4	std	3.4
24.87	Nonanal	124-19-6	std	9.2
25.16	n.i. 25.163		te	2.2
25.42	n.i. 25.421		te	2.4
25.50	n.i. 25.502		te	4.8
25.59	n.i. 25.594		te	8.1
25.68	n.i. 25.683		te	6.4
25.88	n.i. 25.881		te	4.7
26.01	n.i. 26.011		te	3.2
26.13	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	5.8
26.20	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-, [1S-(1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)]-	547-61-5	te	3.4
26.40	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	5.8
26.56	Oktansäure	124-07-2	std	24.3
26.75	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	547-60-4	te	6.8
26.80	2(10)-Pinen-3-one, (+/-)-	30460-92-5	te	8.1
27.17	Benzenemethanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-	1197-01-9	te	2.0
27.37	n.i. 27.372		te	3.2
27.58	Dodecane	112-40-3	std	1.2
27.70	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl-	564-94-3	te	3.3
28.07	Verbenon	80-57-9	std	3.3
28.43	n.i. 28.433		te	2.9
28.98	Nonansäure	112-05-0	std	24.9
29.74	n.i. 29.741		te	1.4
32.48	Isolongifolen	1135-66-6	std	1.4

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.11 NHL

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.68	Acetone	67-64-1	std	315.7
4.98	Acetic acid, methyl ester	79-20-9	std	1.8
5.77	Butanal	123-72-8	std	39.6
5.82	Hexan	110-54-3	std	27.5
6.10	Ethyl Acetate	141-78-6	std	1.5
7.17	n.i.-7.176		te	11.6
7.48	2-Propanol, 1-methoxy-	107-98-2	std	65.3
7.77	2-Pentanone	107-87-9	te	3.7
8.12	Pentanal	110-62-3	std	74.0
10.47	1-Pentanol	71-41-0	std	47.9
10.51	Toluene	108-88-3	std	5.9
11.29	2-Hexanone	591-78-6	std	3.2
11.46	Cyclopentanone	120-92-3	std	1.2
11.81	Hexanal	66-25-1	std	125.0
12.25	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	5.6
12.31	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	std	10.8
13.10	n.i.-13.103		te	4.2
13.57	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on (Diacetonalcohol)	123-42-2	std	53.7
14.51	1-Methoxy-2-propyl acetate	108-65-6	std	82.2
14.78	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	1.9
15.57	2-Heptanone	110-43-0	std	8.2
16.16	Heptanal	111-71-7	std	12.8
16.25	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	47.9
17.71	alpha-Pinen	7785-26-4	std	37.7
17.89	2-Propanol, 1-butoxy-	5131-66-8	std	3.1
18.53	Camphene	79-92-5	std	1.3
18.69	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	36262-09-6	te	3.1
19.08	Benzaldehyde	100-52-7	std	17.0
19.53	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	8.2
19.57	n.i.-19.579		te	2.6
19.67	Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	556-67-2	std	1.9
19.86	(-)-.beta.-Pinene	18172-67-3	std	6.5
20.94	Octanal	124-13-0	std	12.7
21.29	3-Carene	498-15-7	std	28.6
21.98	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	9.3
22.18	D-Limonene	5989-27-5	std	2.7
23.61	Acetophenone	98-86-2	std	2.6
24.14	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	4.2
24.21	2-Butoxyethyl acetate	112-07-2	std	1.1
24.37	n.i.-24.37		te	1.1
24.39	n.i.-24.394		te	2.1
24.47	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	5.1

<b>24.49</b>	n.i.-24.493		te	1.6
<b>24.87</b>	Undecan	1120-21-4	std	2.3
<b>24.87</b>	Nonanal	124-19-6	std	6.3
<b>25.51</b>	n.i.-25.513		te	2.5
<b>25.59</b>	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	1.8
<b>25.69</b>	3-Cyclopentene-1- acetaldehyde, 2,2,3- trimethyl-	4501-58-0	te	3.2
<b>25.88</b>	n.i.-25.88		te	3.6
<b>26.11</b>	n.i.-26.107		te	1.3
<b>26.13</b>	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	2.8
<b>26.40</b>	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	3.6
<b>26.75</b>	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.beta.,5.alpha.)-	15358-88-0	te	4.3
<b>26.80</b>	2(10)-Pinen-3-one, (.+/-.)-	30460-92-5	te	5.7
<b>27.58</b>	Dodecane	112-40-3	std	1.4
<b>27.70</b>	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2- carboxaldehyde, 6,6- dimethyl-	564-94-3	te	2.0
<b>28.07</b>	Verbenon	80-57-9	std	1.0
<b>32.49</b>	Isolongifolen	1135-66-6	std	1.5
<b>36.00</b>	Benzophenone	119-61-9	std	1.1

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.12 LF

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.68	Acetone	67-64-1	std	76.5
5.83	Hexan	110-54-3	std	18.3
6.10	Ethyl Acetate	141-78-6	std	2.7
7.18	1-Butanol	71-36-3	std	3.6
7.57	2-Propanol, 1-methoxy-	107-98-2	std	1.3
7.96	Silanediol, dimethyl-	1066-42-8	te	1.3
8.12	Pentanal	110-62-3	std	4.5
10.48	1-Pentanol	71-41-0	te	7.7
10.51	Toluene	108-88-3	std	8.9
11.30	2-Hexanone	591-78-6	std	1.2
11.79	Hexanal	66-25-1	std	9.1
12.26	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	3.6
12.31	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	std	11.3
13.54	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on (Diacetonalcohol)	123-42-2	std	49.7
14.50	1-Methoxy-2-propyl acetate	108-65-6	std	15.9
14.78	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	2.1
15.57	2-Heptanone	110-43-0	std	3.8
16.16	Heptanal	111-71-7	std	1.0
16.24	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	5.1
17.71	alpha-Pinen	7785-26-4	std	20.2
18.70	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	36262-09-6	te	1.4
19.07	Benzaldehyde	100-52-7	std	6.7
19.53	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	6.3
19.67	Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	556-67-2	std	2.0
19.86	(-).beta.-Pinene	18172-67-3	std	4.2
21.29	3-Carene	498-15-7	std	21.7
21.67	1,2-Propanediol, diacetate	623-84-7	std	1.8
21.98	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	9.6
22.18	D-Limonene	5989-27-5	std	2.7
23.61	Acetophenone	98-86-2	std	2.0
24.14	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	3.0
24.22	2-Butoxyethyl acetate	112-07-2	std	5.2
24.37	2-Nonanone	821-55-6	te	2.8
24.47	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	4.0
24.87	Nonanal	124-19-6	std	1.1
25.59	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	1.8
25.88	n.i. 25.882		te	2.1
26.12	n.i. 26.123		te	1.5
26.16	2-Ethylhexylacetat	103-09-3	std	2.3

<b>26.75</b>	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	547-60-4	te	2.2
<b>26.80</b>	2(10)-Pinen-3-one, (.+/-.)-	30460-92-5	te	2.9
<b>27.37</b>	n.i. 27.373		te	1.8
<b>27.58</b>	Dodecane	112-40-3	std	1.0
<b>28.07</b>	Verbenon	80-57-9	std	1.5
<b>28.44</b>	n.i. 28.444		te	3.4

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.13 Farbe

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.66	Acetone	67-64-1	std	186.3
5.76	Butanal	123-72-8	std	10.7
5.81	Ethylmethylketon	78-93-3	std	14.5
6.10	Ethyl Acetate	141-78-6	std	1.9
7.18	1-Butanol	71-36-3	std	11.5
7.34	n.i.-7.345		te	1.5
7.78	2-Pentanone	107-87-9	te	3.7
7.87	1,3,5-Trioxane	110-88-3	te	3.7
8.16	Silanediol, dimethyl-	1066-42-8	te	6.0
8.12	Pentanal	110-62-3	std	16.8
10.49	1-Pentanol	71-41-0	std	92.3
11.31	2-Hexanone	591-78-6	std	3.8
11.48	Cyclopentanone	120-92-3	std	1.7
11.81	Hexanal	66-25-1	std	49.7
12.26	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	13.4
12.33	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	te	3.0
13.14	Furfural	98-01-1	std	2.1
14.05	trans-2-Hexenal	6728-26-3	std	1.6
14.53	1-Methoxy-2-propyl acetate	108-65-6	std	1.2
14.67	1-Hexanol	111-27-3	std	4.4
14.79	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	1.1
15.42	3-Heptanone	106-35-4	te	2.6
15.59	2-Heptanone	110-43-0	std	10.8
15.95	Cyclohexanone	108-94-1	std	1.7
16.18	Heptanal	111-71-7	std	7.2
16.28	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	1.5
16.87	1,3,5,7-Tetroxane	293-30-1	te	8.6
17.73	alpha-Pinen	7785-26-4	std	40.6
18.55	Camphene	79-92-5	std	1.4
18.72	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	36262-09-6	te	4.9
19.12	Benzaldehyde	100-52-7	std	48.3
19.31	1-Heptanol	111-70-6	std	13.5
19.56	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	9.6
19.70	Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	556-67-2	std	4.0
19.89	(-)-.beta.-Pinene	18172-67-3	std	5.4
20.29	2-Octanone	111-13-7	te	2.4
20.97	Octanal	124-13-0	std	16.1
21.32	3-Carene	498-15-7	std	25.5
22.01	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	8.2
22.03	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	23.0
22.21	D-Limonene	5989-27-5	std	2.0
22.48	2(3H)-Furanone, 5-ethenyldihydro-5-methyl-	1073-11-6	te	4.1
22.79	n.i.-22.785		te	2.3
23.06	n.i.-23.059		te	3.1

23.28	2-Octenal, (E)-	2548-87-0	std	4.3
23.64	Acetophenone	98-86-2	std	7.1
23.68	1-Octanol	111-87-5	std	15.4
24.02	n.i.-24.021		te	2.3
24.17	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	4.3
24.24	2-Butoxyethyl acetate	112-07-2	std	1.3
24.41	2-Nonanone	821-55-6	te	10.4
24.50	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	7.1
24.90	Undecan	1120-21-4	std	7.2
24.90	Nonanal	124-19-6	std	18.8
25.20	n.i.-25.198		te	3.3
25.53	n.i.-25.536		te	11.5
25.62	n.i.-25.623		te	9.6
25.72	3-Cyclopentene-1-acetaldehyde, 2,2,3-trimethyl-	4501-58-0	te	3.4
25.77	n.i.-25.775		te	2.4
25.91	Ethanone, 1-(1,4-dimethyl-3-cyclohexen-1-yl)-	43219-68-7	te	12.8
26.16	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	11.7
26.22	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-, [1S-(1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)]-	547-61-5	te	11.1
26.30	E-Verbenol	1820-09-3	te	13.3
26.43	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	7.8
26.67	n.i.-26.667		te	3.7
26.78	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	547-60-4	te	11.1
26.83	2(10)-Pinen-3-one, (+/-)-	30460-92-5	te	16.1
27.01	Ethanone, 1-(4-methylphenyl)-	122-00-9	te	4.2
27.11	(-)-Borneol	464-45-9	std	3.5
27.21	Benzenemethanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-	1197-01-9	te	13.8
27.40	n.i.-27.401		te	18.4
27.73	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl-	564-94-3	te	8.5
27.80	Decanal	112-31-2	std	4.3
28.04	Verbenon	80-57-9	std	41.4
28.11	n.i.-28.106		te	8.0
28.32	3-Isopropylbenzaldehyde	34246-57-6	te	3.8
28.39	n.i.-28.392		te	1.6
28.46	n.i.-28.462		te	2.7
28.86	n.i.-28.858		te	3.0
29.15	n.i.-29.15		te	2.2
29.30	n.i.-29.301		te	2.1
29.40	n.i.-29.4		te	2.2
29.77	n.i.-29.768		te	4.4
29.92	Tridecane	629-50-5	std	1.0

30.50	3,7,7-Trimethylbicyclo[4.1.0]hept-3-ene-2,5-dione	6617-34-1	te	12.5
31.89	Tetradecane	629-59-4	std	1.3
32.51	Isolongifolen	1135-66-6	std	2.7
33.63	Pentadecane	629-62-9	std	1.7
35.12	2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	6846-50-0	te	1.5
35.22	Hexadecane	544-76-3	std	1.9
36.03	Benzophenone	119-61-9	std	1.2
36.70	Heptadecane	629-78-7	std	1.5
38.09	Octadecane	593-45-3	std	2.6
38.63	n.i.-38.627		te	1.3
39.40	Nonadecane	629-92-5	std	2.8
40.65	Eicosane	112-95-8	std	1.5
41.71	n.i.-41.716		te	2.1
42.01	n.i.-42.014		te	2.2
43.40	n.i.-43.401		te	2.0
43.77	2,6-Diphenylphenol	2432-11-3	te	3.5

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## A1.14 Lasur

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.62	Acetone	67-64-1	std	300.1
4.93	Acetic acid, methyl ester	79-20-9	std	1.4
5.27	n.i.-5.27		te	1.4
5.30	Silanol, trimethyl-	1066-40-6	te	1.9
5.70	Butanal	123-72-8	std	18.0
5.74	Ethylmethylketon	78-93-3	std	4.9
7.09	1-Butanol	71-36-3	std	10.1
7.70	2-Pentanone	107-87-9	te	1.8
8.04	Pentanal	110-62-3	std	42.9
10.39	1-Pentanol	71-41-0	std	46.1
10.43	Toluene	108-88-3	std	3.3
11.22	2-Hexanone	591-78-6	std	1.4
11.72	Hexanal	66-25-1	std	78.2
12.17	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	3.2
12.23	Acetic acid, butyl ester	123-86-4	std	6.4
13.03	Furfural	98-01-1	std	3.7
13.95	trans-2-Hexenal	6728-26-3	std	1.0
14.50	Ethylbenzene	100-41-4	std	1.1
14.69	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	2.1
15.49	2-Heptanone	110-43-0	std	5.0
16.03	n.i.-16.029		te	2.0
16.08	Heptanal	111-71-7	std	6.8
17.62	alpha-Pinen	7785-26-4	std	24.2
18.61	Benzene, propyl-	103-65-1	std	1.1
19.00	Benzaldehyde	100-52-7	std	25.2
19.20	1-Heptanol	111-70-6	std	7.3
19.44	1,3,5-Cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	3479-89-8	te	4.7
19.78	(-)-.beta.-Pinene	18172-67-3	std	3.9
19.80	Cyclohexanamine, N,N-dimethyl-	98-94-2	te	9.0
20.86	Octanal	124-13-0	std	13.1
21.21	3-Carene	498-15-7	std	20.6
21.90	1-Isopropyl-4-methylbenzol (p-Cymol)	99-87-6	std	5.6
21.93	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	19.3
22.11	D-Limonene	5989-27-5	std	1.9
22.37	n.i.-22.371		te	2.9
23.18	2-Octenal, (E)-	2548-87-0	std	2.8
23.58	1-Octanol	111-87-5	std	9.3
24.08	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	1124-20-5	te	4.3
24.32	2-Nonanone	821-55-6	te	6.5
24.41	n.i.-24.411		te	8.3
24.81	Nonanal	124-19-6	std	14.4
25.11	n.i.-25.11		te	2.0
25.44	n.i.-25.443		te	9.3
25.54	n.i.-25.536		te	8.0

25.64	3-Cyclopentene-1-acetaldehyde, 2,2,3-trimethyl-	4501-58-0	te	3.3
25.82	n.i.-25.822		te	4.0
26.07	Bicyclo[3.1.1]heptan-2-one, 6,6-dimethyl-, (1R)-	38651-65-9	te	10.6
26.14	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-, [1S-(1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)]-	547-61-5	te	9.8
26.21	Carveol	99-48-9	te	13.3
26.34	(+)-2-Bornanone	464-49-3	te	7.6
26.58	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	547-60-4	te	3.3
26.70	2(10)-Pinen-3-one, (.+/-.)-	30460-92-5	te	8.7
26.75	Ethanone, 1-(4-methylphenyl)-	122-00-9	te	11.2
26.93	n.i.-26.929		te	3.1
27.13	n.i.-27.127		te	17.0
27.33	n.i.-27.325		te	20.0
27.52	n.i.-27.518		te	2.2
27.53	n.i.-27.529		te	2.7
27.65	(1R)-(-)-Myrtenal	18486-69-6	te	7.9
27.72	Decanal	112-31-2	std	2.6
28.02	Verbenon	80-57-9	std	13.3
28.03	2,4-Cycloheptadien-1-one, 2,6,6-trimethyl-	503-93-5	te	8.6
28.24	n.i.-28.24		te	3.9
28.39	n.i.-28.386		te	2.9
28.78	n.i.-28.783		te	3.1
29.07	n.i.-29.074		te	2.1
29.08	2-Decenal, (E)-	3913-81-3	std	2.0
29.33	3,7,7-Trimethylbicyclo[4.1.0]hept-3-ene-2,5-dione	6617-34-1	te	4.2
29.69	n.i.-29.692		te	4.8
29.85	n.i.-29.849		te	1.6
30.42	3,7,7-Trimethylbicyclo[4.1.0]hept-3-ene-2,5-dione	6617-34-1	te	17.6
31.21	n.i.-31.213		te	2.4
31.76	n.i.-31.755		te	1.7
32.44	Isolongifolen	1135-66-6	std	3.4
33.74	Butylated Hydroxytoluene	128-37-0	std	7.3
35.15	Hexadecane	544-76-3	std	1.8
36.65	Heptadecane	629-78-7	std	1.6
38.02	Octadecane	593-45-3	std	1.6
39.34	Nonadecane	629-92-5	std	1.5

te: Quantifizierung mittels Toluol-Äquivalent

n.i.: nicht identifiziert

## Anhang B: Auswertungen Messungen in der 1 m<sup>3</sup>-Kammer

### B1.1 1 m<sup>3</sup>-Kammer LF OSB-Vormessung

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m <sup>3</sup> )
4.56	Acetone	67-64-1	std	112.4
5.70	Hexane	110-54-3	std	3.6
5.63	Butanal	123-72-8	std	15.1
5.65	2-Butanone (Ethylmethylketon)	78-93-3	std	14.4
6.99	1-Butanol	71-36-3	std	7.4
7.27	2-Propanol, 1-methoxy-	107-98-2	std	4.6
7.92	Pentanal	110-62-3	std	43.2
11.05	2-Hexanone	591-78-6	std	1.9
11.58	Hexanal	66-25-1	std	95.7
12.09	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	2.6
15.29	2-Heptanone	110-43-0	std	4.2
15.87	Heptanal	111-71-7	std	3.7
17.45	alpha-Pinene	7785-26-4	std	16.7
18.72	Benzaldehyde	100-52-7	std	3.0
19.57	.beta.-Pinene	18172-67-3	std	4.5
20.10	Heptane, 2,2,4,6,6- pentamethyl-	13475-82-6	te	46.3
20.52	Decane	124-18-5	std	9.1
20.63	Octanal	124-13-0	std	3.1
21.02	3-Carene	498-15-7	std	10.2
21.74	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	10.9
21.81	2,2,4,4-Tetramethyloctane	62183-79-3	te	5.6
21.92	D-Limonene	5989-27-5	std	1.9
22.12	Decane, 2,6,6-trimethyl-	62108-24-1	te	2.1
25.45	1-Nonanol	143-08-8	te	2.4
25.79	(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	110453-78-6	te	1.9
26.62	Undecane, 3-methyl-	1002-43-3	te	1.8
27.41	Dodecane	112-40-3	std	7.2
31.69	Tetradecane	629-59-4	std	4.7

B1.2 1m<sup>3</sup>-Kammer LF Tag 0

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m <sup>3</sup> )
4.57	Acetone	67-64-1	std	7
6.99	1-Butanol	71-36-3	std	2
9.60	Propylene Glycol	57-55-6	std	206
9.97	n.i.-9.97		te	2
14.13	Ethylbenzene	100-41-4	std	4
15.02	n-Butyl ether	142-96-1	te	3
16.13	Propanoic acid, butyl ester	590-01-2	te	1
16.94	Benzene, (1-methylethyl)- (=isopropylbenzol)	98-82-8	std	3
19.32	Phenol	108-95-2	std	2
19.52	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	std	3
21.84	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	152
22.06	Benzylalkohol	100-51-6	std	1
23.32	Acetophenone	98-86-2	std	4
25.10	Sulfurous acid, di(2-ethylhexyl) ester	1000309-19-1	te	5
25.49	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	2
25.92	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3	std	88
26.33	n.i.-26.33		te	2
26.65	3(2H)-Isothiazolone, 2-methyl-	2682-20-4	std	57
26.84	n.i.-26.84		te	1
26.99	n.i.-26.99		te	1
27.38	n.i.-27.38		te	2
27.49	n.i.-27.49		te	1
28.26	n.i.-28.25		te	35
28.49	n.i.-28.49		te	2
28.61	n.i.-28.61		te	1
28.65	n.i.-28.65		te	1
28.80	n.i.-28.8		te	1
30.11	n-Butyric acid 2-ethylhexyl ester	25415-84-3	te	5
31.10	n.i.-31.1		te	1
31.68	Tetradecane	629-59-4	std	2
32.76	n.i.-32.76		te	1
33.43	Pentadecane	629-62-9	std	3
33.43	Decane, 5,6-dipropyl-	119209-20-0	te	2

B1.3 1m<sup>3</sup>-Kammer LF Tag 1

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m <sup>3</sup> )
4.57	Acetone	67-64-1	std	3
6.99	1-Butanol	71-36-3	std	1
9.60	Propylene Glycol	57-55-6	std	78
12.09	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	1
14.13	Ethylbenzene	100-41-4	std	2
15.02	n-Butyl ether	142-96-1	te	1
16.94	Benzene, (1-methylethyl)- (=isopropylbenzol)	98-82-8	std	1
19.32	Phenol	108-95-2	std	1
19.52	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	std	2
20.51	Decane	124-18-5	std	1
21.84	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	65
22.06	Benzylalkohol	100-51-6	std	1
23.32	Acetophenone	98-86-2	std	1
25.10	Sulfurous acid, di(2-ethylhexyl) ester	1000309-19-1	te	2
25.49	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	1
25.92	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3	std	39
26.65	3(2H)-Isothiazolone, 2-methyl-	2682-20-4	std	33
27.40	Dodecane	112-40-3	std	1
28.26	n.i.-28.25		te	17
28.49	n.i.-28.49		te	1
30.11	n-Butyric acid 2-ethylhexyl ester	25415-84-3	te	2
31.10	n.i.-31.1		te	1
31.68	Tetradecane	629-59-4	std	1
33.43	Pentadecane	629-62-9	std	2
33.43	Decane, 5,6-dipropyl-	119209-20-0	te	1

B1.4 1m<sup>3</sup>-Kammer LF Tag 2

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m <sup>3</sup> )
6.99	1-Butanol	71-36-3	std	1
9.60	Propylene Glycol	57-55-6	std	67
12.09	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	1
14.13	Ethylbenzene	100-41-4	std	2
15.02	n-Butyl ether	142-96-1	te	1
16.94	Benzene, (1-methylethyl)- (=isopropylbenzol)	98-82-8	std	1
17.44	alpha-Pinene	7785-26-4	std	1
19.32	Phenol	108-95-2	std	2
19.52	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	std	2
20.51	Decane	124-18-5	std	1
21.01	3-Carene	498-15-7	std	1
21.84	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	52
22.06	Benzylalkohol	100-51-6	std	1
23.32	Acetophenone	98-86-2	std	1
25.10	Sulfurous acid, di(2-ethylhexyl) ester	1000309-19-1	te	2
25.49	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	1
25.92	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3	std	32
26.65	3(2H)-Isothiazolone, 2-methyl-	2682-20-4	std	39
27.40	Dodecane	112-40-3	std	1
28.26	n.i.-28.25		te	15
30.11	n-Butyric acid 2-ethylhexyl ester	25415-84-3	te	2
31.10	n.i.-31.1		te	2
31.68	Tetradecane	629-59-4	std	2
33.43	Pentadecane	629-62-9	std	2
33.43	Decane, 5,6-dipropyl-	119209-20-0	te	2

B1.5 1m<sup>3</sup>-Kammer LF Tag 5

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m <sup>3</sup> )
4.57	Acetone	67-64-1	std	61
5.65	2-Butanone (Ethylmethylketon)	78-93-3	std	4
5.70	Ethyl Acetate	141-78-6	std	1
6.99	1-Butanol	71-36-3	std	8
7.20	Disiloxane, hexamethyl-	107-46-0	te	2
7.57	2-Pentanone	107-87-9	te	1
7.91	Pentanal	110-62-3	std	4
7.97	Heptane	142-82-5	std	1
9.60	Propylene Glycol	57-55-6	std	91
9.97	n.i.-9.97		te	1
10.29	Toluene	108-88-3	std	13
11.13	Oxazolidine, 4,4-dimethyl-	51200-87-4	te	1
11.54	Hexanal	66-25-1	std	6
12.08	1-Butylacetat (Acetic acid, butyl ester)	123-86-4	std	13
12.09	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	9
12.81	Furfural	98-01-1	std	2
14.13	Ethylbenzene	100-41-4	std	9
14.51	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	5
14.58	p-Xylene	106-42-3	std	2
15.02	n-Butyl ether	142-96-1	te	6
15.29	2-Heptanone	110-43-0	std	4
15.47	Styrol	100-42-5	std	1
15.52	o-Xylol	95-47-6	std	2
15.95	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	2
16.13	Propanoic acid, butyl ester	590-01-2	te	2
16.94	Benzene, (1-methylethyl)- (=isopropylbenzol)	98-82-8	std	3
17.44	alpha-Pinene	7785-26-4	std	13
18.71	Benzaldehyde	100-52-7	std	2
19.32	Phenol	108-95-2	std	2
19.52	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	std	8
19.57	.beta.-Pinene	18172-67-3	std	4
20.07	Heptane, 2,2,4,6,6- pentamethyl-	13475-82-6	te	8
20.51	Decane	124-18-5	std	8
21.01	3-Carene	498-15-7	std	8
21.84	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	86
21.88	D-Limonene	5989-27-5	std	3
22.06	Benzylalkohol	100-51-6	std	1
23.32	Acetophenone	98-86-2	std	3
24.49	Undecane	1120-21-4	std	2
25.10	Sulfurous acid, di(2- ethylhexyl) ester	1000309-19-1	te	3
25.49	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	5
25.92	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3	std	56

26.65	3(2H)-Isothiazolone, 2-methyl-	2682-20-4	std	27
27.40	Dodecane	112-40-3	std	5
27.85	Pentasiloxane, dodecamethyl-	141-63-9	te	2
28.26	n.i.-28.25		te	22
28.49	n.i.-28.49		te	2
29.63	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	540-97-6	std	2
29.72	Tridecane	629-50-5	std	1
30.11	n-Butyric acid 2-ethylhexyl ester	25415-84-3	te	3
31.10	n.i.-31.1		te	2
31.24	Hexasiloxane, tetradecamethyl-	107-52-8	te	2
31.68	Tetradecane	629-59-4	std	4
32.76	n.i.-32.76		te	2
33.43	Pentadecane	629-62-9	std	3

B1.6 1m<sup>3</sup>-Kammer LF Tag 7

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m <sup>3</sup> )
4.57	Acetone	67-64-1	std	62
5.65	2-Butanone (Ethylmethylketon)	78-93-3	std	7
5.70	Ethyl Acetate	141-78-6	std	48
5.76	Acetic acid	64-19-7	te	1
6.99	1-Butanol	71-36-3	std	7
7.20	Disiloxane, hexamethyl-	107-46-0	te	1
7.91	Pentanal	110-62-3	std	6
7.97	Heptane	142-82-5	std	5
9.60	Propylene Glycol	57-55-6	std	76
9.97	n.i.-9.97		te	1
10.29	Toluene	108-88-3	std	85
11.13	Oxazolidine, 4,4-dimethyl-	51200-87-4	te	2
11.54	Hexanal	66-25-1	std	9
12.08	1-Butylacetat (Acetic acid, butyl ester)	123-86-4	std	35
12.81	Furfural	98-01-1	std	4
14.13	Ethylbenzene	100-41-4	std	9
14.51	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	7
14.58	p-Xylene	106-42-3	std	2
15.02	n-Butyl ether	142-96-1	te	6
15.29	2-Heptanone	110-43-0	std	5
15.47	Styrol	100-42-5	std	2
15.52	o-Xylol	95-47-6	std	3
15.95	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	3
16.13	Propanoic acid, butyl ester	590-01-2	te	2
16.94	Benzene, (1-methylethyl)- (=isopropylbenzol)	98-82-8	std	3
17.44	alpha-Pinene	7785-26-4	std	16
18.71	Benzaldehyde	100-52-7	std	3
19.32	Phenol	108-95-2	std	2
19.52	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	std	7
19.57	.beta.-Pinene	18172-67-3	std	5
20.07	Heptane, 2,2,4,6,6- pentamethyl-	13475-82-6	te	10
20.51	Decane	124-18-5	std	9
21.01	3-Carene	498-15-7	std	10
21.84	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	83
21.88	D-Limonene	5989-27-5	std	4
22.06	Benzylalkohol	100-51-6	std	1
23.06	Decane, 4-methyl-	2847-72-5	te	1
23.23	Decane, 2-methyl-	6975-98-0	te	1
23.32	Acetophenone	98-86-2	std	3
23.46	Nonane, 5-butyl-	17312-63-9	te	1
24.49	Undecane	1120-21-4	std	2
25.10	Sulfurous acid, di(2- ethylhexyl) ester	1000309-19-1	te	2
25.49	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	5

25.92	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3	std	51
26.65	3(2H)-Isothiazolone, 2-methyl-	2682-20-4	std	27
27.40	Dodecane	112-40-3	std	6
27.85	Pentasiloxane, dodecamethyl-	141-63-9	te	2
28.26	n.i.-28.25		te	21
28.49	n.i.-28.49		te	2
29.63	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	540-97-6	std	2
29.72	Tridecane	629-50-5	std	1
30.11	n-Butyric acid 2-ethylhexyl ester	25415-84-3	te	3
31.10	n.i.-31.1		te	2
31.24	Hexasiloxane, tetradecamethyl-	107-52-8	te	2
31.68	Tetradecane	629-59-4	std	5
32.76	n.i.-32.76		te	2
33.43	Pentadecane	629-62-9	std	3

B1.7 1m<sup>3</sup>-Kammer LF Tag 14

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m <sup>3</sup> )
4.57	Acetone	67-64-1	std	47
5.65	2-Butanone (Ethylmethylketon)	78-93-3	std	4
6.99	1-Butanol	71-36-3	std	7
7.91	Pentanal	110-62-3	std	6
7.97	Heptane	142-82-5	std	1
9.60	Propylene Glycol	57-55-6	std	9
10.29	Toluene	108-88-3	std	4
11.13	Oxazolidine, 4,4-dimethyl-	51200-87-4	te	1
11.54	Hexanal	66-25-1	std	10
12.08	1-Butylacetat (Acetic acid, butyl ester)	123-86-4	std	3
12.09	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	3
12.81	Furfural	98-01-1	std	1
14.13	Ethylbenzene	100-41-4	std	4
14.51	Benzene, 1,3-dimethyl-	108-38-3	std	2
15.02	n-Butyl ether	142-96-1	te	3
15.29	2-Heptanone	110-43-0	std	5
15.47	Styrol	100-42-5	std	1
15.52	o-Xylol	95-47-6	std	1
15.95	Ethanol, 2-butoxy-	111-76-2	std	1
16.13	Propanoic acid, butyl ester	590-01-2	te	1
16.94	Benzene, (1-methylethyl)- (=isopropylbenzol)	98-82-8	std	2
17.44	alpha-Pinene	7785-26-4	std	16
18.71	Benzaldehyde	100-52-7	std	2
19.26	n.i.-19.26		te	1
19.32	Phenol	108-95-2	std	1
19.52	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	std	3
19.57	.beta.-Pinene	18172-67-3	std	4
20.07	Heptane, 2,2,4,6,6- pentamethyl-	13475-82-6	te	12
20.51	Decane	124-18-5	std	8
21.01	3-Carene	498-15-7	std	13
21.80	2,2,4,4-Tetramethyloctane	62183-79-3	te	1
21.84	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	39
21.88	D-Limonene	5989-27-5	std	3
22.06	Benzylalkohol	100-51-6	std	1
23.32	Acetophenone	98-86-2	std	2
24.49	Undecane	1120-21-4	std	1
25.10	Sulfurous acid, di(2- ethylhexyl) ester	1000309-19-1	te	1
25.49	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	3
25.92	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3	std	27
26.65	3(2H)-Isothiazolone, 2- methyl-	2682-20-4	std	11
27.18	Cyclododecane	294-62-2	te	1

<b>27.40</b>	Dodecane	112-40-3	std	5
<b>28.26</b>	n.i.-28.25		te	10
<b>29.63</b>	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	540-97-6	std	1
<b>29.72</b>	Tridecane	629-50-5	std	1
<b>30.11</b>	n-Butyric acid 2-ethylhexyl ester	25415-84-3	te	1
<b>31.24</b>	Hexasiloxane, tetradecamethyl-	107-52-8	te	1
<b>31.68</b>	Tetradecane	629-59-4	std	4
<b>32.76</b>	n.i.-32.76		te	1
<b>33.43</b>	Pentadecane	629-62-9	std	2

B1.8 1m<sup>3</sup>-Kammer LF Tag 21

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m <sup>3</sup> )
4.56	Acetone	67-64-1	std	57
4.91	Methylenchloride	75-09-2	te	8
5.57	Acetic acid	64-19-7	te	1
5.62	Butanal	123-72-8	std	6
5.64	2-Butanone (Ethylmethylketon)	78-93-3	std	3
6.97	1-Butanol	71-36-3	std	8
7.90	Pentanal	110-62-3	std	9
7.96	Heptane	142-82-5	std	1
9.22	Propylene Glycol	57-55-6	std	8
10.28	Toluene	108-88-3	std	2
11.03	2-Hexanone	591-78-6	std	2
11.53	Hexanal	66-25-1	std	15
11.54	Octane	111-65-9	std	1
12.08	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	2
14.12	Ethylbenzene	100-41-4	std	2
15.01	n-Butyl ether	142-96-1	te	3
15.28	2-Heptanone	110-43-0	std	6
16.93	Benzene, (1-methylethyl)- (=isopropylbenzol)	98-82-8	std	2
17.45	alpha-Pinene	7785-26-4	std	26
18.71	Benzaldehyde	100-52-7	std	3
19.24	n.i.-19.24		te	2
19.52	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	std	3
19.57	.beta.-Pinene	18172-67-3	std	7
20.07	Heptane, 2,2,4,6,6- pentamethyl-	13475-82-6	te	14
20.51	Decane	124-18-5	std	8
21.02	3-Carene	498-15-7	std	20
21.70	p-Cymene	99-87-6	std	3
21.75	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	39
21.80	2,2,4,4-Tetramethyloctane	62183-79-3	te	2
21.92	D-Limonene	5989-27-5	std	4
23.30	Acetophenone	98-86-2	std	2
24.49	Undecane	1120-21-4	std	1
25.09	Sulfurous acid, di(2- ethylhexyl) ester	1000309-19-1	te	1
25.33	n.i.-25.33	143-08-8	te	1
25.36	Oxirane, (1,1- dimethylbutyl)-	53907-76-9	te	2
25.48	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	2
25.81	(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	110453-78-6	te	1
25.89	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3	std	29
26.59	3(2H)-Isothiazolone, 2- methyl-	2682-20-4	std	10
27.18	Cyclododecane	294-62-2	te	2
27.40	Dodecane	112-40-3	std	6

<b>28.24</b>	n.i.-28.24		te	10
<b>29.63</b>	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	540-97-6	std	1
<b>29.72</b>	Tridecane	629-50-5	std	1
<b>30.10</b>	n-Butyric acid 2-ethylhexyl ester	25415-84-3	te	1
<b>30.37</b>	Glycerol 1,2-diacetate	102-62-5	te	2
<b>31.23</b>	Hexasiloxane, tetradecamethyl-	107-52-8	te	1
<b>31.69</b>	Tetradecane	629-59-4	std	4
<b>32.75</b>	n.i.-32.75		te	1
<b>33.42</b>	Pentadecane	629-62-9	std	2

B1.9 1m<sup>3</sup>-Kammer LF Tag 28

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m <sup>3</sup> )
4.56	Acetone	67-64-1	std	65
4.91	Methylenchloride	75-09-2	te	7
5.62	Butanal	123-72-8	std	4
5.64	2-Butanone (Ethylmethylketon)	78-93-3	std	4
6.97	1-Butanol	71-36-3	std	8
7.57	2-Pentanone	107-87-9	te	1
7.90	Pentanal	110-62-3	std	12
7.96	Heptane	142-82-5	std	1
9.22	Propylene Glycol	57-55-6	std	4
10.28	Toluene	108-88-3	std	2
11.03	2-Hexanone	591-78-6	std	2
11.10	Oxazolidine, 4,4-dimethyl-	51200-87-4	te	1
11.53	Hexanal	66-25-1	std	20
11.54	Octane	111-65-9	std	1
12.08	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	2
14.12	Ethylbenzene	100-41-4	std	2
15.01	n-Butyl ether	142-96-1	te	2
15.28	2-Heptanone	110-43-0	std	8
16.93	Benzene, (1-methylethyl)- (=isopropylbenzol)	98-82-8	std	1
17.45	alpha-Pinene	7785-26-4	std	24
18.71	Benzaldehyde	100-52-7	std	3
19.24	n.i.-19.24		te	2
19.52	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	std	2
19.57	.beta.-Pinene	18172-67-3	std	6
20.07	Heptane, 2,2,4,6,6- pentamethyl-	13475-82-6	te	12
20.51	Decane	124-18-5	std	6
21.02	3-Carene	498-15-7	std	20
21.70	p-Cymene	99-87-6	std	3
21.75	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	33
21.80	2,2,4,4-Tetramethyloctane	62183-79-3	te	2
21.92	D-Limonene	5989-27-5	std	4
22.01	n.i.-22.01		te	1
23.30	Acetophenone	98-86-2	std	2
24.49	Undecane	1120-21-4	std	1
25.09	Sulfurous acid, di(2- ethylhexyl) ester	1000309-19-1	te	1
25.33	n.i.-25.33	143-08-8	te	1
25.36	Oxirane, (1,1- dimethylbutyl)-	53907-76-9	te	1
25.48	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	2
25.81	(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	110453-78-6	te	1
25.89	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3	std	24
26.59	3(2H)-Isothiazolone, 2- methyl-	2682-20-4	std	6

27.18	Cyclododecane	294-62-2	te	1
27.40	Dodecane	112-40-3	std	6
28.24	n.i.-28.24		te	8
29.63	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	540-97-6	std	1
29.72	Tridecane	629-50-5	std	1
30.37	Glycerol 1,2-diacetate	102-62-5	te	2
31.69	Tetradecane	629-59-4	std	4
32.75	n.i.-32.75		te	1
33.42	Pentadecane	629-62-9	std	2

B1.10 1m<sup>3</sup>-Kammer LF Tag 35

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m <sup>3</sup> )
4.56	Acetone	67-64-1	std	79
4.91	Methylenchloride	75-09-2	te	10
5.20	n.i.-5.2		te	1
5.62	Butanal	123-72-8	std	7
5.64	2-Butanone (Ethylmethylketon)	78-93-3	std	6
6.87	2-Butanone, 3-methyl-	563-80-4	std	1
6.97	1-Butanol	71-36-3	std	9
7.90	Pentanal	110-62-3	std	16
7.96	Heptane	142-82-5	std	1
9.22	Propylene Glycol	57-55-6	std	2
10.28	Toluene	108-88-3	std	2
11.03	2-Hexanone	591-78-6	std	2
11.10	Oxazolidine, 4,4-dimethyl-	51200-87-4	te	1
11.53	Hexanal	66-25-1	std	27
11.54	Octane	111-65-9	std	1
12.08	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	3
14.12	Ethylbenzene	100-41-4	std	1
15.01	n-Butyl ether	142-96-1	te	1
15.28	2-Heptanone	110-43-0	std	9
16.93	Benzene, (1-methylethyl)- (=isopropylbenzol)	98-82-8	std	1
17.45	alpha-Pinene	7785-26-4	std	34
18.71	Benzaldehyde	100-52-7	std	3
19.24	n.i.-19.24		te	2
19.52	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	std	2
19.57	.beta.-Pinene	18172-67-3	std	8
20.07	Heptane, 2,2,4,6,6- pentamethyl-	13475-82-6	te	12
20.51	Decane	124-18-5	std	6
21.02	3-Carene	498-15-7	std	23
21.70	p-Cymene	99-87-6	std	3
21.75	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	34
21.80	2,2,4,4-Tetramethyloctane	62183-79-3	te	2
21.92	D-Limonene	5989-27-5	std	4
23.30	Acetophenone	98-86-2	std	2
24.49	Undecane	1120-21-4	std	1
25.33	n.i.-25.33		te	1
25.36	Oxirane, (1,1- dimethylbutyl)-	53907-76-9	te	2
25.48	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	2
25.81	(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	110453-78-6	te	2
25.89	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3	std	25
26.59	3(2H)-Isothiazolone, 2- methyl-	2682-20-4	std	6
26.61	Undecane, 3-methyl-	1002-43-3	te	1
27.18	Cyclododecane	294-62-2	te	1

27.40	Dodecane	112-40-3	std	7
29.63	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	540-97-6	std	1
29.72	Tridecane	629-50-5	std	1
30.37	Glycerol 1,2-diacetate	102-62-5	te	2
31.69	Tetradecane	629-59-4	std	4
32.75	n.i.-32.75		te	1
33.42	Pentadecane	629-62-9	std	2

## Anhang C Beschichtungen auf Glas

### C1.1 SKP-Z

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.57	Acetone	67-64-1	std	8.3
4.57	2-Propanone, 1-methoxy-	5878-19-3	te	1.1
10.29	Toluene	108-88-3	std	1.8
14.14	Ethylbenzene	100-41-4	std	2.0
14.60	p-Xylene	106-42-3	std	5.8
24.64	Nonanal	124-19-6	std	2.3
27.56	Decanal	112-31-2	std	1.2
34.91	Diethyl Phthalate	84-66-2	std	1.4

### C1.2 LF

RT	Verbindung	CAS Nr.	Quantifizierung	Konzentration (µg/m³)
4.57	Acetone	67-64-1	std	11.7
5.24	Silanol, trimethyl-	1066-40-6	te	1.3
5.69	Hexane	110-54-3	std	1.3
5.63	Butanal	123-72-8	std	1.3
7.11	Cyclohexane	110-82-7	std	5.2
6.99	1-Butanol	71-36-3	std	3.6
9.15	Propylene Glycol	57-55-6	std	1.1
10.30	Toluene	108-88-3	std	2.3
11.55	Hexanal	66-25-1	std	1.3
12.11	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	541-05-9	te	3.8
18.73	Benzaldehyde	100-52-7	std	2.0
18.90	n.i.-18.897		te	1.9
19.28	Phenol	108-95-2	std	1.3
19.55	Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	std	1.7
19.58	n.i.-19.579		te	2.9
21.75	1-Hexanol, 2-ethyl-	104-76-7	std	7.3
21.98	2-Pyrrolidinone, 1-methyl-	872-50-4	std	1.4
25.50	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	541-02-6	std	1.4
25.90	Acetic acid, 2-ethylhexyl ester	103-09-3	std	3.2
26.60	3(2H)-Isothiazolone, 2-methyl-	2682-20-4	std	2.7
27.77	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-	80-57-9	te	2.0
27.77	Verbenon	1196-01-6	std	2.5
28.26	n.i.-28.258		te	1.3
30.23	3,7,7-Trimethylbicyclo[4.1.0]hept-3-ene-2,5-dione	6617-34-1	te	1.1
30.88	Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)-, acetate	124-17-4	std	1.1
31.11	2-Undecenal	53448-07-0	std	1.4

