

BERICHT

Auftrags-Nr.: <i>Contract no.</i>	1096/2021 - HC Ersetzt Bericht vom 18.05.2021	26.05.2021 HAE/MEJ
Auftraggeber: <i>Customer</i>	HASSLACHER Holding GmbH Feistritz 1 9751 Sachsenburg	
Auftragsgegenstand: <i>Subject</i>	Messung der Emissionen einer Probe in Bezug auf VOC, Formaldehyd und kurzkettige Carbonylverbindungen gemäß EN 16516	
Auftragsdatum: <i>Date of contract</i>	16.02.2021	
Probeneingangsdatum: <i>Date of sample delivery</i>	02.04.2021	
Leistungsdatum/ Leistungszeitraum: <i>Date/Period of service</i>	06.04. – 18.05.2021	
Geltungsdauer: <i>Period of validity</i>	--	
Textseiten: <i>Pages</i>	13	
Beilagen: <i>Enclosures</i>	Beilage 1: Probenahmebegleitblatt	

1. Auftrag

Der Auftrag für die Emissionsmessung einer Brettschichtholzprobe gemäß ÖNORM EN 16516, welche VOC- Emissionsmessungen und die Messung der Emissionen von Formaldehyd und anderen kurzkettigen Carbonylverbindungen beinhaltet, ging am 16.02.2021 bei der Holzforschung Austria ein.

Kontaktperson: Herr DI Georg Jeitler

1.1. Änderungen zu Bericht 1096/2021 vom 18.05.2021

Unter Punkt 3 „Probenmaterial“ wurde eine falsche Probenbezeichnung ausgebessert. Ebenfalls unter Punkt 3 wurde der Probenahmestandort und die Probeneigenschaften auf Kundenwunsch präzisiert.

2. Zugrundeliegende Regelwerke

DIN ISO 16000-6 (2011): Innenraumluftverunreinigungen - Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA[®], thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS oder MS/FID

ÖNORM EN ISO 16000-9 (2006 + Cor 1:2007): Innenraumluftverunreinigungen - Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionsprüfkammer-Verfahren

ÖNORM EN ISO 16000-11 (2006): Innenraumluftverunreinigungen - Teil 11: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke

DIN ISO 16000-3 (2013): Innenraumluftverunreinigungen - Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen in der Innenraumluft und in Prüfkammern – Probenahme mit einer Pumpe

ÖNORM EN 16516 (2018): Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe – Bestimmung der Emissionen in die Innenraumluft

Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) – Bewertungsschema für VOC aus Bauprodukten: Stand August 2018; Anforderungen an die Innenraumluftqualität in Gebäuden: Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, SVOC und SVOC) aus Bauprodukten (inkl. NIK-Werte-Liste)

3. Probenmaterial

Das Probenmaterial ging am 02.04.2021 luftdicht verpackt an der Holzforschung Austria ein.

Es handelte sich dabei um 2 Stück eines Brettschichtholzes aus Fichte mit den Abmessungen 630 x 160 x 400 mm (L x B x H). Die benötigte Probengröße war dabei anhand der Beladungsvorgaben der EN 16516 für Bauteile, welche als Deckenelement verwendet werden, ($0,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$) errechnet worden.

Die Probenstücke wurden am Standort der NORITEC Holzindustrie GmbH (Teil der HASSLACHER Gruppe) aus der laufenden Produktion entnommen und direkt im Anschluss luftdicht verpackt.

Laut Informationen von Herrn DI Georg Jeitler wurde bei der Produktion, wie auch in allen anderen Brettschichtholz-Werken der HASSLACHER Gruppe, das Klebstoffsystem DYNEA Prefere 4546/5022 verwendet. Die für die Prüfstücke verwendete Klebstoffauftragsmenge lag dabei bei $270 \text{ g}/\text{m}^2$ und das Verhältnis Harz:Härter bei 100:60 Gewichtsteilen, was dem Normalbetrieb bei der Herstellung des Produktes entspricht.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Eigenschaften der erhaltenen Probe.

Tabelle 1: Probenübersicht

HFA Probenbezeichnung	Produktbezeichnung	Probenart	Abmessungen [mm]	Produktionsdatum
1096/2021	Brettschichtholz	Fichte, Klebstoff DYNEA Prefere 4546/5022	630 x 160 x 400	01.04.2021

4. Versuchsdurchführung

Die Prüfung erfolgte in der 1 m^3 Normprüfkammer der Holzforschung Austria.

Die Probenstücke wurden bereits so zugeschnitten geliefert, dass gemäß der EN 16516 Vorgaben für Bauteile welche als Deckenelement verwendet werden, eine Beladung von $0,4 \text{ m}^2$ emittierende Oberfläche / m^3 der Prüfkammern resultierte.

Die Kanten der Probenstücke wurden gemäß Normvorgaben mit emissionsarmen Aluminiumklebeband kaschiert. Anschließend erfolgte der Einbau der Probe in die Emissionsprüfkammer (siehe Abbildung 1).

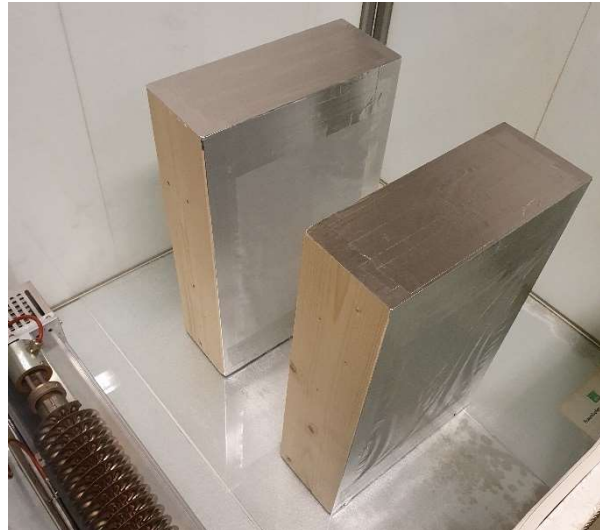


Abbildung 1: Die Probe 1096/2021 in der 1m³ Prüfkammer

4.1. Prüfkammerbedingungen

Tabelle 2: Prüfkammerbedingungen

Parameter	Wert	Einheit	Toleranz
Temperatur	23	°C	± 1
Relative Luftfeuchtigkeit	50	%	± 5
Luftwechselrate	0,5	h ⁻¹	± 0,015
Beladungsfaktor	0,4	m ² /m ³	
Flächenspezifische Luftdurchflussrate q	1,25	m ³ /hm ²	
Kammervolumen	1	m ³	

Die Kammerbedingungen wurden über den gesamten Prüfzeitraum eingehalten und aufgezeichnet.

4.2. Analyse der flüchtigen organischen Verbindungen

4.2.1. Probenahme auf Tenax TA® und Analyse

Die Probenahme erfolgt über ein mit Tenax TA® gefülltes Sorptionsröhrchen, durch das mittels einer geeigneten Probenahmepumpe ein definiertes Luftvolumen aus der Innenraumluft gezogen wird. Die flüchtigen organischen Verbindungen werden im Röhrchen an ein poröses Polymerharz basierend auf 2,6-Diphenylenoxid (Tenax TA®) adsorbiert. Dieses Material eignet sich gut zur Adsorption von Verbindungen mit einer Kettenlänge von C₆ (n-Hexan) bis C₂₆ (n-Hexakosan) die sowohl VOC, welche lt. Einteilung der Weltgesundheitsorganisation¹ als organische Verbindungen mit einem Siedepunkt von 50 °C bis 250 °C definiert sind, als auch schwerflüchtige organische Substanzen (SVOC) mit einem Siedebereich von 250 °C bis 390 °C miteinschließen.

Die Analyse der beladenen Tenax TA®-Röhrchen erfolgt nach ISO 16000-6 über Thermodesorption gekoppelt an einen Gaschromatographen mit massenspektrometrischer Detektion.

4.2.2. Kalibrierung

Es wurden nach Substanzgruppen zusammengefasste Kalibrierstandards in Methanol hergestellt und in entsprechender Verdünnung mit einer geeigneten Vorrichtung unter Inertgasfluss direkt auf die Tenax TA®-Röhrchen aufgebracht. Die derart beladenen Tenax TA®-Röhrchen deckten einen Konzentrationsbereich von etwa 1 - 250 µg/m³ ab und wurden analog zu den Proberöhrchen analysiert.

4.2.3. Qualitative Auswertung

Die Identifizierung der gemessenen Substanz erfolgt über den Vergleich der Massenspektren mit jenen aus kommerziellen Spektrenbibliotheken sowie der Kombination aus charakteristischen Fragmentationen und der passenden Retentionszeit.

4.2.4. Quantitative Auswertung

Die Quantifizierung erfolgt substanzspezifisch über die Peakflächen (Target- und Qualifierionen) der jeweiligen Substanz unter Verwendung des internen Standards Cyclodekan.

Werden VOC gefunden, die nicht substanzspezifisch quantifiziert werden können, werden diese entweder über substanzähnliche Verbindungen oder als Äquivalente von Toluol ausgewertet.

¹ World Health Organization, WHO (1989) – Indoor Air Quality: Organic Pollutants. Euro reports and Studies, 11. Copenhagen, Regional Office for Europe

4.3. Analyse von Formaldehyd (und anderen leichtflüchtigen Carbonylverbindungen)

4.3.1. Probenahme auf 2,4-Dinitrophenylhydrazin (DNPH) und Analyse

Die Probenahme erfolgt über ein mit DNPH-Kieselgel gefülltes Sorptionsröhrchen, durch das mittels einer geeigneten Probenahmepumpe ein definiertes Luftvolumen aus der Kammerluft gezogen wird. Das Prinzip des Verfahrens basiert auf der spezifischen Reaktion der Carbonylgruppe mit DNPH im sauren Medium. Dabei bilden sich stabile Hydrazinderivate.

Die Analyse erfolgt gemäß ISO 16000-3 nach Elution der adsorbierten Verbindungen mittels HPLC und Detektion der Absorption bei 360 nm mit Hilfe eines Diodenarraydetektors.

4.3.2. Kalibrierung

Aus kommerziell erhältlichen Kalibriermischungen werden Verdünnungsreihen hergestellt und analog zu den Proben analysiert. Die Standards decken dabei einen Konzentrationsbereich von etwa 1 - 610 µg/m³ ab.

4.3.3. Qualitative Auswertung

Die Identifizierung der gemessenen Carbonylverbindungen erfolgt über Vergleich ihrer Retentionszeiten mit den Retentionszeiten der Standardsubstanzen sowie durch Vergleich mit der Retentionszeit-Information aus dem Datenblatt der verwendeten Acclaim Carbonyl C18-Säule.

4.3.4. Quantitative Auswertung

Die Quantifizierung erfolgt über die Peakflächen der jeweiligen Substanz. Vor jeder Messserie wird eine Standardmischung zum Überprüfen der Detektor-Empfindlichkeit analysiert.

5. Ergebnisse

Die Einteilung der flüchtigen organischen Verbindungen in VVOC, VOC und SVOC erfolgt gemäß EN 16516 und in Anlehnung an die AgBB-Vorgaben nach folgendem Schema:

- VVOC Einzelstoffe im Retentionsbereich $< C_6$
- VOC Einzelstoffe im Retentionsbereich C_6-C_{16}
- TVOC_{spez} Summe aller VOC-Einzelstoffe mit einer jeweiligen Konzentration $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ausgewertet über substanzspezifische Kalibrierung gemäß EN16516 bzw. AgBB
- TVOC Summe aller VOC-Einzelstoffe mit einer jeweiligen Konzentration $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, alle Substanzen ausgewertet über Toluol-Äquivalente gemäß EN 16516
- SVOC Einzelstoffe im Retentionsbereich $C_{16}-C_{22}$
- TSVOC Summe aller SVOC-Einzelstoffe mit einer jeweiligen Konzentration $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Zusätzlich zu den im Bereich der VOC liegenden Substanzen wird gemäß der AgBB-Vorgaben auch die Konzentration der Essigsäure, welche eigentlich im Bereich vor C_6 eluiert, in den TVOC einbezogen.

Weiters werden kanzerogene Stoffe (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anh. VI) der Kategorie 1A und 1B ab einer Konzentration von $> 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben und in die Bewertung einbezogen.

Die angeführten Konzentrationsergebnisse ergeben sich aus den Mittelwerten der durchgeführten Doppelbestimmungen.

Wie in Kapitel „4. Versuchsdurchführung“ erklärt, wurde eine Beladung von $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$ für die Prüfung gewählt, mit welcher die unter 5.1. aufgeführten Konzentrationsergebnisse ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) erhalten wurden. Bei einer Luftwechselrate von $0,5 \text{ h}^{-1}$ ergibt sich damit ein $q=1,25 \text{ m}^3/\text{hm}^2$. Gemäß den Vorgaben der EN 16516 erfolgt aber auch eine Umrechnung der erhaltenen Konzentrationsergebnisse auf die flächenspezifische Emissionsrate SER ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$, siehe Punkt 5.3.). Dabei entsprechen die Ergebnisse der flächenspezifischen Emissionsrate SER (Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$) auch den Ergebnissen, welche bei einer flächenspezifischen Luftdurchflussrate von $q=1,0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ erhalten würden (Einheit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die Umrechnung der gemessenen Konzentrationsergebnisse auf die flächenspezifische Emissionsrate SER erfolgte dabei gemäß folgender Formel:

$$SER = \frac{c_i \times AC}{L}$$

- c_i : Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- AC: Luftwechselrate in der Emissionskammer in h^{-1}
- L: Beladungsfaktor der Emissionskammer in m^2/m^3

Weiters werden gemäß den Vorgaben des deutschen AgBB-Schemas mit den tatsächlich gemessenen Konzentrationen die substanzspezifischen R_i -Werte berechnet. Dafür muss die vorgegebene Liste der „niedrigsten interessierenden Konzentration“ (NIK- Werte) herangezogen werden:

$$R_i = \frac{c_i}{NIK_i}$$

mit

R_i substanzspezifischer R-Wert
 c_i bei der Analyse ermittelte Konzentration der jeweiligen Substanz
 NIK_i der jeweiligen Substanz zugeordneter NIK- Wert

Zur Bewertung der gesamten Emissionen der Probe am Tag 28 wird aus diesen substanzspezifischen R_i -Werten der R- Wert gebildet:

$$R = \sum R_i$$

Für die Berechnung werden die aktualisierten NIK- Werte des AgBB-Schemas aus dem Jahr 2018 verwendet.

Die Berechnung des R-Wertes erfolgte im Zuge dieses Auftrags dabei einerseits in Anlehnung an das AgBB-Schema mit den tatsächlich gemessenen Konzentrationen bei einem $q=1,25 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, und für den Vergleich mit etwaigen anderen Vorgaben (z.B.: diverser Umweltzeichen) auch bei einem $q=1,0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$.

5.1. Ergebnisse der Messungen von VOC, SVOC und Formaldehyd bei einer flächenspezifischen Luftdurchflussrate $q=1,25 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ (tatsächlich gemessene Kammerluftkonzentrationen)

Tabelle 3: Konzentrationsergebnisse VOC-, SVOC- und Formaldehyd

Substanz	CAS - Nr.	Mittelwerte Probenahme Tag 3		Mittelwerte Probenahme Tag 28		Erweiterte Mess- unsicherheit der Methode
		substanzspez. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Toluoläquiv. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	substanzspez. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Toluoläquiv. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
Essigsäure	64-19-7	12	6,8	35	7,5	± 40 %
Heptan	142-82-5	19	22	8,5	5,8	
Toluol	108-88-3	9,0	7,1	8,2	9,2	
Hexanal	66-25-1	10	< 5	6,7	< 5	
Alpha-Pinen	80-56-8	64	61	48	52	
Beta-Pinen	127-91-3	19	19	18	22	
Delta-3-Caren	13466-78-9	24	25	19	22	
Limonen	138-86-3	8,7	14	13	14	
verzweigtes Alkan ^a	---	7,5	7,5	5,6	5,6	
nicht identifizierte Verbindung ^a	---	7,7	7,7	6,4	6,4	
Nonansäure ^a	112-05-0	< 5	< 5	8,3	8,3	
Dekansäure ^a	334-48-5	< 5	< 5	6,9	6,9	
TVOC_{spez}		181	---	184	---	
TVOC		---	170	---	160	
TSVOC		---	---	---	---	
Formaldehyd	50-00-0	7,3		4,4		± 25 %
Acetaldehyd	75-07-0	25		12		

a Auswertung über Toluol-Äquivalente

5.2. R-Wert Berechnung anhand der tatsächlich gemessenen Konzentrationen

Tabelle 4: Berechnung des R-Wertes bei $q=1,25 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Substanz	CAS - Nr.	Mittelwerte Probenahme Tag 28 substanzspez. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NIK-Werte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	R _i - Werte
Essigsäure	64-19-7	35	1200	0,03
Heptan	142-82-5	8,5	15000	0,0006
Toluol	108-88-3	8,2	2900	0,003
Hexanal	66-25-1	6,7	900	0,01
Alpha-Pinen	80-56-8	48	2500	0,02
Beta-Pinen	127-91-3	18	1400	0,01
Delta-3-Caren	13466-78-9	19	1500	0,01
Limonen	138-86-3	13	5000	0,003
verzweigtes Alkan ^a	---	5,6	---	---
nicht identifizierte Verbindung ^a	---	6,4	---	---
Nonansäure ^a	112-05-0	8,3	---	---
Dekansäure ^a	334-48-5	6,9	---	---
Formaldehyd	50-00-0	4,4	100	0,04
Acetaldehyd	75-07-0	12	1200	0,01
Summe R_i- Werte/R-Wert				0,14

5.3. Ergebnisumrechnung auf die flächenspezifische Emissionsrate SER gemäß EN 16516

Tabelle 5: SER-Ergebnisse VOC-, SVOC- und Formaldehyd

Substanz	CAS - Nr.	Mittelwerte Probenahme Tag 3		Mittelwerte Probenahme Tag 28		Erweiterte Messunsicherheit der Methode
		substanzspez. [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	Toluoläquiv. [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	substanzspez. [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	Toluoläquiv. [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	
Essigsäure	64-19-7	15	8,5	43	9,4	± 40 %
Heptan	142-82-5	24	27	11	7,3	
Toluol	108-88-3	11	8,9	10	11	
Hexanal	66-25-1	12	5,9	8,4	5,7	
Alpha-Pinen	80-56-8	80	76	60	65	
Beta-Pinen	127-91-3	24	24	23	27	
Delta-3-Caren	13466-78-9	30	32	23	27	
Limonen	138-86-3	11	18	17	17	
verzweigtes Alkan ^a	---	9,4	9,4	7,0	7,0	
nicht identifizierte Verbindung ^a	---	9,6	9,6	8,0	8,0	
Nonansäure ^a	112-05-0	< 5	< 5	10	10	
Dekansäure ^a	334-48-5	< 5	< 5	8,6	8,6	
TVOC_{spez}		226	---	229	---	
TVOC		---	219	---	203	
TSVOC		---	---	---	---	
Formaldehyd	50-00-0	9,1		5,4		± 25 %
Acetaldehyd	75-07-0	31		15		

a Auswertung über Toluol-Äquivalente

5.4. R-Wert Berechnung anhand der umgerechneten Ergebnisse für ein $q= 1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ (entspricht SER)

Tabelle 6: Berechnung des R-Wertes bei $q=1,0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Substanz	CAS - Nr.	Mittelwerte Probenahme Tag 28 substanzspez. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NIK-Werte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	R _i - Werte
Essigsäure	64-19-7	43	1200	0,04
Heptan	142-82-5	11	15000	0,0007
Toluol	108-88-3	10	2900	0,003
Hexanal	66-25-1	8,4	900	0,01
Alpha-Pinen	80-56-8	60	2500	0,02
Beta-Pinen	127-91-3	23	1400	0,02
Delta-3-Caren	13466-78-9	23	1500	0,02
Limonen	138-86-3	17	5000	0,003
verzweigtes Alkan ^a	---	7	---	---
nicht identifizierte Verbindung ^a	---	8	---	---
Nonansäure ^a	112-05-0	10	---	---
Dekansäure ^a	334-48-5	8,6	---	---
Formaldehyd	50-00-0	5,4	100	0,05
Acetaldehyd	75-07-0	15	1200	0,01
Summe R_i- Werte/R-Wert				0,18

6. Lagerung des Probenmaterials

Das Probenmaterial wird für drei Monate ab Beendigung der Messungen am Institut aufbewahrt.

HOLZFORSCHUNG AUSTRIA

DI (FH) Christina Fürhapper
Zeichnungsberechtigte

Mag. Elisabeth Habla
Bearbeiterin


Dieser Bericht wurde gemäß einem HFA-internen Prozess durch die benannten autorisierten Unterzeichnenden, nachvollziehbar und dokumentiert, elektronisch freigegeben.

This report was approved electronically in accordance with an internal HFA process by the designated authorized signatory, traceable and documented.

Für die folgenden in diesem Bericht angeführten Verfahren bestehen Akkreditierungen.
Die Verwendung angeführter Akkreditierungszeichen für eigene Zwecke ist nicht gestattet.

Accreditation is given for the following procedures.

It is not allowed to use included accreditation marks for own purposes.

Akkreditierungs- zeichen	Art der Akkreditierung	Verfahren
	Prüfung	<ul style="list-style-type: none"> • DIN ISO 16000-6 • ÖNORM EN ISO 16000-9 • ÖNORM EN ISO 16000-11 • DIN ISO 16000-3 • ÖNORM EN 16516

Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände wie erhalten, die vorliegenden Informationen und den Stand der Technik zum Zeitpunkt der Untersuchung.

Auszugsweise Veröffentlichung ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Holzforschung Austria gestattet.

The results and statements given in this document relate only to the tested materials as received, the present information and the state of the art at the time of investigation.

Publication in excerpts is only permitted with the written approval of Holzforschung Austria.

Die Konformitätsbewertung der Ergebnisse unterliegt dem Shared-Risk-Ansatz.

The conformity assessment of the results is subject to the shared-risk approach.