

BERICHT

Auftrags-Nr.: <i>Contract no.</i>	1033/2021 - HC Ersetzt Bericht vom 21.03.2022	24.03.2022 HAE/MEJ
Auftraggeber: <i>Customer</i>	Theurl Timber Structures Gmbh Industriezone 1 9754 Steinfeld	
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>	06.12.2021	
Probeneingangsdatum: <i>Date of sample delivery</i>	21.12.2021	
Leistungsdatum/ Leistungszeitraum: <i>Date/Period of service</i>	10.01. – 21.03.2022	
Geltungsdauer: <i>Period of validity</i>	--	
Textseiten: <i>Pages</i>	12	
Beilagen: <i>Enclosures</i>	Beilage 1: Probenahmebegleitblatt	

1. Auftrag

Der Auftrag für die Emissionsmessung einer CLT Platte gemäß ÖNORM EN 16516, welche VOC- Emissionsmessungen und die Messung der Emissionen von Formaldehyd und anderen kurzkettingen Carbonylverbindungen beinhaltet, ging am 06.12.2021 bei der Holzforschung Austria ein.

Kontaktperson: Herr Stefan Steinkasserer

1.1. Änderungen zu Bericht 1033/2021 vom 21.03.2022

Unter Punkt 3 „Probenmaterial“ wurde in Tabelle 1 die Probenart ausgebessert.

Unter Punkt 5 „Ergebnisse“ wurden die auf ein $q = 0,36 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ umgerechneten Ergebnisse hinzugefügt.

Unter Punkt 6 „Ergebnisinterpretation“ wurden weitere Vergleiche der Ergebnisse mit Orientierungswerten/Umweltzeichenvorgaben hinzugefügt.

2. Zugrundeliegende Regelwerke

DIN ISO 16000-6 (2011): Innenraumlufverunreinigungen - Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluf 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): Innenraumlufverunreinigungen - Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionsprüfkammer-Verfahren

ÖNORM EN ISO 16000-11 (2006): Innenraumlufverunreinigungen - 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): Innenraumlufverunreinigungen - Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen in der Innenraumluf und in Prüfkammern – Probenahme mit einer Pumpe

ÖNORM EN 16516 (2021): Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe – Bestimmung der Emissionen in die Innenraumluf

Blauer Engel Umweltzeichen DE-UZ 76: Emissionsarme plattenförmige Werkstoffe (Bau- und Möbelplatten) für den Innenausbau, Vergabekriterien, Ausgabe Februar 2016, Version 10

Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) – Bewertungsschema für VOC aus Bauprodukten: Stand Juni 2021; Anforderungen an die Innenraumlufqualität in Gebäuden: Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VVOC, VOC und SVOC) aus Bauprodukten (inkl. NIK-Werte-Liste)

3. Probenmaterial

Das Probenmaterial ging am 21.12.2021 luftdicht verpackt an der Holzforschung Austria ein.

Es handelte sich dabei um 2 Stück einer CLT Probe aus Fichte mit den Abmessungen 500 x 500 x 280 mm (L x B x H). Die Probengröße wurde so gewählt, dass sich eine Kammerbeladung von 0,5 m²/m³ ergab.

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

Tabelle 1: Probenübersicht

HFA Probenbezeichnung	Produktbezeichnung	Probenart	Chargenr.	Abmessungen [mm]	Produktionsdatum
1033/2021	Theurl CLT Plus	Fichte CLT-FIFI-C7-2I-ST 280mm	3200879	500 x 500 x 280	13.12.2022

4. Versuchsdurchführung

Die Prüfung erfolgte in der 1 m³ Normprüfkammer der Holzforschung Austria.

Die Probenstücke wurden bereits so zugeschnitten geliefert, dass eine Beladung von 0,5 m² emittierende Oberfläche /m³ der Prüfkammern und damit eine resultierte Flächenspezifische Luftdurchflussrate $q=1$ m³/hm² erhalten wurde.

Die Kanten der Probenstücke wurden gemäß den Vorgaben der EN 16516 mit emissionsarmen Aluminiumklebeband kaschiert. Anschließend erfolgte der Einbau der Probe in die Emissionsprüfkammer (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Die Probe 1033/2021 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	0,5	m ² /m ³	
Flächenspezifische Luftdurchflussrate q	1,0	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 Kammerluft 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. TD/GC/MS-Messung

Aufgrund eines Schadens am MS-Gerät der Holzforschung Austria erfolgte die TD/GC/MS- Messung und die quantitative und qualitative Auswertung der auf den Tenax TA® adsorbierten Substanzen durch das ebenfalls auf EN 16516 akkreditierte Institut für Ökologie, Technik und Innovation GmbH (OETI, Wien).

Die Quantifizierung erfolgt substanzspezifisch über die Peakflächen (Target- und Qualifierionen). Werden VOC gefunden, die nicht substanzspezifisch quantifiziert werden können, werden diese als Äquivalente von Toluol ausgewertet.

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.

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

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 < C₆
- VOC Einzelstoffe im Retentionsbereich C₆-C₁₆
- TVOC_{spez} Summe aller VOC-Einzelstoffe mit einer jeweiligen Konzentration ≥ 5 µg/m³, ausgewertet über substanzspezifische Kalibrierung gemäß EN16516 bzw. AgBB
- TVOC Summe aller VOC-Einzelstoffe mit einer jeweiligen Konzentration ≥ 5 µg/m³, alle Substanzen ausgewertet über Toluol-Äquivalente gemäß EN 16516
- SVOC Einzelstoffe im Retentionsbereich C₁₆-C₂₂
- TSVOC Summe aller SVOC-Einzelstoffe mit einer jeweiligen Konzentration ≥ 5 µg/m³

Zusätzlich zu den im Bereich der VOC liegenden Substanzen wird gemäß der AgBB-Vorgaben auch die Konzentration der Essigsäure, welche eigentlich im Bereich vor C₆ 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 µg/m³ angegeben und in die Bewertung einbezogen.

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

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 2020 verwendet.

Zum Vergleich der erhaltenen Ergebnisse mit den Vorgaben des deutschen blauen Engels DE-UZ 76 „Emissionsarme plattenförmige Werkstoffe (Bau- und Möbelplatten) für den Innenausbau“ sowie mit den Vorgaben des deutschen AgBB-Schemas wurden die Ergebnisse gemäß EN 16516 auf eine Beladung von $1,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$ (Einsatz in Wänden und Decke) und damit eine flächenspezifische Luftdurchflussrate $q = 0,36 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ umgerechnet.

5.1. Ergebnisse der Messungen von VOC, SVOC und Formaldehyd der Probe 1033/2021 bei $q = 1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Tabelle 3: Konzentrationsergebnisse VOC-, SVOC- und Formaldehyd bei $q = 1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Substanz	CAS - Nr.	Mittelwerte		Mittelwerte		Erweiterte Messunsicherheit der Methode
		Probenahme Tag 3		Probenahme Tag 28		
		substanzspez. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Toluoläquiv. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	substanzspez. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Toluoläquiv. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
Heptan	142-82-5	10	7	< 5	< 5	± 40 %
alpha-Pinen	80-56-8	41	28	30	22	
beta-Pinen	127-91-3	46	16	36	13	
delta-3-Caren	88917-22-0	11	7	8	5	
Limonen	138-86-3	14	16	11	12	
Benzylalkohol	100-51-6	8	< 5	6	< 5	
nicht identifizierte Substanz ^a	---	7	7	< 5	< 5	
nicht identifizierte Substanz ^a	---	8	8	< 5	< 5	
nicht identifizierte Substanz ^{a,b}	---	< 5	< 5	7	7	
TVOC_{spez}		145	---	91	---	
TVOC		---	89	---	52	
TSVOC		< 5	< 5	7	7	
Formaldehyd	50-00-0	8		2		± 25 %
Acetaldehyd	75-07-0	27		10		

a Auswertung über Toluol-Äquivalente
b SVOC

5.2. R-Wert Berechnung für die Ergebnisse bei $q = 1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

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

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
alpha-Pinen	80-56-8	30	2500	0,01
beta-Pinen	127-91-3	36	1400	0,03
delta-3-Caren	88917-22-0	8	1500	0,005
Limonen	138-86-3	11	5000	0,002
Benzylalkohol	100-51-6	6	440	0,01
Formaldehyd	50-00-0	2	100	0,02
Acetaldehyd	75-07-0	10	300	0,03
Summe R_i- Werte/R-Wert				0,1

5.3. Ergebnisse der Messungen von VOC, SVOC und Formaldehyd der Probe 1033/2021 umgerechnet auf ein $q = 0,36 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Tabelle 5: Konzentrationsergebnisse VOC-, SVOC- und Formaldehyd bei $q = 0,36 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Substanz	CAS - Nr.	Mittelwerte Probenahme Tag 3		Mittelwerte Probenahme Tag 28		Erweiterte Messunsicherheit der Methode
		substanzspez. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Toluoläquiv. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	substanzspez. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Toluoläquiv. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
Heptan	142-82-5	28	20	< 5	< 5	± 40 %
alpha-Pinen	80-56-8	115	78	84	62	
beta-Pinen	127-91-3	129	45	101	36	
delta-3-Caren	88917-22-0	31	20	22	14	
Limonen	138-86-3	39	45	31	34	
Benzylalkohol	100-51-6	22	< 5	17	< 5	
nicht identifizierte Substanz ^a	---	20	20	< 5	< 5	
nicht identifizierte Substanz ^a	---	22	22	< 5	< 5	
nicht identifizierte Substanz ^{a,b}	---	< 5	< 5	20	20	
TVOCspez		406	---	255	---	
TVOC		---	250	---	146	
TSVOC		< 5	< 5	20	20	
Formaldehyd	50-00-0	21		6		± 25 %
Acetaldehyd	75-07-0	76		28		

a Auswertung über Toluol-Äquivalente
b SVOC

5.4. R-Wert Berechnung für die umgerechneten Ergebnisse bei $q = 0,36 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Tabelle 6: Berechnung des R-Wertes bei $q=0,36 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

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
alpha-Pinen	80-56-8	84	2500	0,03
beta-Pinen	127-91-3	101	1400	0,07
delta-3-Caren	88917-22-0	22	1500	0,01
Limonen	138-86-3	31	5000	0,006
Benzylalkohol	100-51-6	17	440	0,04
Formaldehyd	50-00-0	6	100	0,06
Acetaldehyd	75-07-0	28	300	0,09
Summe R_i- Werte/R-Wert				0,3

6. Ergebnisinterpretation

Tabelle 7: Vergleich der Vorgaben von BauXund mit den Ergebnissen der Probe 1033/2021 bei $q=1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Kategorie	Vorgabe BauXund Tag 28	Ergebnisse Tag 28
TVOC ohne Essigsäure	$\leq 300 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$	$91 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$
TSVOC	$\leq 100 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$	$7 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$
Kanzerogene Stoffe	$\leq 1 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht bestimmbar	$< 1 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$
Essigsäure	$\leq 600 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$	$< 5 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$
Formaldehyd	$\leq 0,05 \text{ ppm}$ ($= 60 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$)	$0,002 \text{ ppm}$ ($2 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tabelle 8: Vergleich der Vorgaben des blauen Engels DE-UZ 76 mit den Ergebnissen der Probe 1033/2021 bei $q=0,36 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Kategorie	Vorgabe DE-UZ 76 Tag 3	Ergebnisse Tag 3	Vorgabe DE-UZ 76 Tag 28	Ergebnisse Tag 28
TVOCspez	$\leq 3.000 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$	$406 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 800 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ Holzwerkstoffplatten $\leq 300 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ weitere Platten	$255 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$
TSVOC	-	$< 5 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 100 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$	$20 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$
Kanzerogene Stoffe	$\leq 10 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Summe	n.n.	$\leq 1 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ je Einzelwert	n.n.
R- Wert	-	-	≤ 1	0,3
Summe VOC ohne NIK	-	$42 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 100 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$	$< 5 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$
Formaldehyd	-	$21 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 80 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$	$6 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$

n.n. nicht nachweisbar

Tabelle 9: Vergleich der Vorgaben des deutschen AgBB-Schemas mit den Ergebnissen der Probe 1033/2021 bei $q=0,36 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Kategorie	Vorgabe AgBB Tag 3	Ergebnisse Tag 3	Vorgabe AgBB Tag 28	Ergebnisse Tag 28
TVOCspez (inkl. SVOC mit NIK)	$\leq 10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$406 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$255 \mu\text{g}/\text{m}^3$
TSVOC (SVOC ohne NIK)	-	$< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Kanzerogene Stoffe	$\leq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je Einzelwert	n.n.	$\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je Einzelwert	n.n.
R- Wert	-	-	≤ 1	0,3
Summe VOC ohne NIK	-	$42 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

n.n. nicht nachweisbar

Die Ergebnisse der Emissionsprüfung der CLT Probe 1033/2021 entsprechen somit den Vorgaben von BauXund (bei $q=1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$) sowie den Vorgaben des blauen Engel DE-UZ 76 und des deutschen AgBB-Schemas (bei $q= 0,36 \text{ m}^3/\text{hm}^2$).

7. Lagerung des Probenmaterials

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

HOLZFORSCHUNG AUSTRIA

Mag. Elisabeth Habla
Zeichnungsberechtigung und Bearbeitung

Wolfgang Hochschorner
Bearbeitung

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.

Akkreditierungszeichen	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.