

BERICHT

| | | |
|--|--|-----------------------|
| Auftrag-Nr.: <i>Contract no.</i> | 8629/2023 - HC | 21.08.2023 HAE/BAK |
| Auftraggeber: <i>Customer</i> | Pfeifer Timber GmbH Mühlenstraße 7 D-86556 Unterbernbach | |
| Auftragsgegenstand: <i>Subject</i> | Emissionsmessung einer Probe gemäß EN 16516 | |
| Auftragsdatum: <i>Date of contract</i> | 11.05.2023 | |
| Probeneingangsdatum: <i>Date of sample delivery</i> | 06.07.2023 | |
| Leistungsdatum/ Leistungszeitraum: <i>Date/Period of service</i> | 10.07.- 17.08.2023 | |
| Geltungsdauer: <i>Period of validity</i> | -- | |
| Textseiten: <i>Pages</i> | 12 | |
| Beilagen: <i>Enclosures</i> | --- | |

1. Auftrag

Der Auftrag für die Emissionsmessung eines Brettsperrholzes (CLT) gemäß ÖNORM EN 16516, welche VOC- Emissionsmessungen und die Messung der Emissionen von Formaldehyd und anderen kurzkettingen Carbonylverbindungen beinhaltet, ging am 11.05.2023 bei der Holzforschung Austria ein.

Kontaktperson: Herr Bernd Gusinde

2. Zugrundeliegende Regelwerke

DIN ISO 16000-6 (2021): Innenraumluchtverunreinigungen - Teil 6: Bestimmung organischer Verbindungen (VVOC, VOC, SVOC) in Innenraum- und Prüfkammerluft durch aktive Probenahme auf Adsorptionsröhrchen, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS oder MS/FID

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

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

ISO 16000-3 (2022): Innenraumluchtverunreinigungen - Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen in der Innenraumlucht und in Prüfkammern – Probenahme mit einer Pumpe

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

Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) – Bewertungsschema für VOC aus Bauprodukten: Stand Juni 2021; Anforderungen an die Innenraumluchtqualität in Gebäuden: Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VVOC, VOC und SVOC) aus Bauprodukten (inkl. NIK-Werte-Liste 2020)

3. Probenmaterial

Das Probenmaterial ging am 06.07.2023 luftdicht verpackt an der Holzforschung Austria ein.

Es handelte sich dabei um 2 Stück einer Brettsperrholzplatte (CLT) mit den Abmessungen 50 x 50 x 28 cm.

Gemäß der von der Pfeifer Timber GmbH erhaltenen Informationen stammte die Probe aus Lagerbeständen aus der verpackten Lagerung im Stapel, wobei die Probe aus dem Stapelinneren entnommen worden war. Die Probenstücke wurden dabei aus dem Materialinneren einer Platte zugeschnitten, sodass alle Schnittkanten neu waren.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die erhaltene Probe.

Tabelle 1: Probenübersicht

| HFA Auftragsnummer | Produkt- bezeichnung | Artikel-Nr. | Chargen-Nr | Produktions- datum |
|-----------------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------------------|
| 8629/2023 | CLT Brettsperrholzplatte | 6893 | 7716 | 11.12.2020 |

4. Versuchsdurchführung

Die Prüfung erfolgte in einer der 0,225 m³ Normprüfkammer der Holzforschung Austria.

Ein Stück der Brettsperrholzplatte wurde an der Holzforschung Austria so zugeschnitten, dass eine Beladung von 0,5 m² emittierende Oberfläche /m³ in der Kammer erzielt wurde. Die Schnittflächen des Probenstücks wurden gemäß EN 16516 mit emissionsarmem Aluminiumklebeband versiegelt.

Anschließend erfolgte der Einbau in die Emissionsprüfkammer (siehe Abbildung 1).

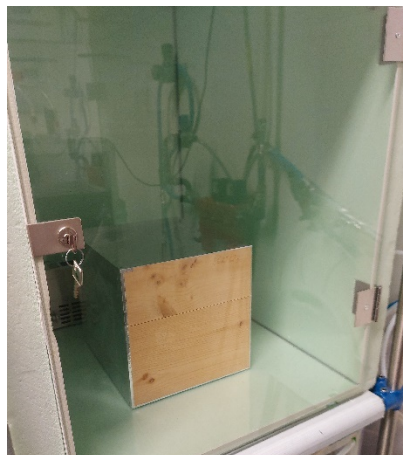


Abbildung 1: Die Probe 8629/23 in der 0,225 m³ Prüfkammer

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 | m ³ /hm ² | |
| Kammervolumen | 0,225 | 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. 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 Fragmentionen 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 den 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 $0,5 \text{ m}^2/\text{m}^3$ für die Prüfung gewählt, mit welcher die unter 5.1. aufgeführten Konzentrations-ergebnisse ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) erhalten wurden. Bei einer Luftwechselrate von $0,5 \text{ h}^{-1}$ ergibt sich damit eine flächenspezifische Luftdurchflussrate $q=1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$.

Die Konzentrationsergebnisse entsprechen daher auch der flächenspezifischen Emissionsrate SER (Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$) gemäß EN 16516, wodurch keine weitere Umrechnung der Ergebnisse notwendig ist.

Gemäß der Vorgaben des deutschen AgBB-Schemas werden mit diesen 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 2021 verwendet.

5.1. Ergebnisse der Messungen von VOC, SVOC und Formaldehyd der Probe 8629/23 bei $q=1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Tabelle 3: Konzentrationsergebnisse VOC-, SVOC- und Formaldehyd

| Substanz | CAS - Nr. | Mittelwerte | | Mittelwerte | | Erweiterte Messun- sicherheit der Methode |
|---|------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--|
| | | Probenahme Tag 3 | | Probenahme Tag 28 | | |
| | | substanz- spez. [µg/m³] | Toluol- äquiv. [µg/m³] | substanz- spez. [µg/m³] | Toluol- äquiv. [µg/m³] | |
| TD/GC/MS-Analyse gemäß EN 16516 bzw. ISO 16000-6 | | | | | | |
| 2-Methylhexan ^a | 591-76-4 | 16 | 16 | < 5 | < 5 | ± 40 % |
| 2,3-Dimethylpentan ^a | 1071-81-4 | 10 | 10 | < 5 | < 5 | |
| 3-Methylhexan ^a | 589-34-4 | 30 | 30 | 6 | 6 | |
| 3-Ethylpentan ^a | 617-78-7 | 6 | 6 | < 5 | < 5 | |
| Heptan | 142-82-5 | 5 | 7 | < 5 | < 5 | |
| Hexanal | 66-25-1 | 19 | 9 | 21 | 11 | |
| Alpha-Pinen | 80-56-8 | 19 | 25 | 31 | 41 | |
| Beta-Pinen | 127-91-3 | 10 | 9 | 16 | 14 | |
| Delta-3-Caren | 13466-78-9 | 5 | 5 | 6 | 7 | |
| Limonen | 138-86-3 | 8 | 10 | 9 | 11 | |
| HPLC/DAD- Analyse gemäß EN 16516 bzw. ISO 16000-3 | | | | | | |
| Formaldehyd | 50-00-0 | 10 | | 4 | | ± 25 % |
| Acetaldehyd | 75-07-0 | 9 | | 8 | | |
| Aceton | 67-64-1 | 26 | | 18 | | |
| Summenwerte | | [µg/m³] | [µg/m³] | [µg/m³] | [µg/m³] | |
| TVOC _{spez} | | 128 | --- | 89 | --- | |
| TVOC | | --- | 127 | --- | 90 | |
| TSVOC | | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | |

a Auswertung über Toluol-Äquivalente

5.2. R-Wert Berechnung für die Probe 8629/23 bei $q=1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Tabelle 4: Berechnung des R-Wertes

| 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 |
|--|------------|---|--|------------------------|
| 3-Methylhexan | 589-34-4 | 6 | 14000 | 0,0004 |
| Hexanal | 66-25-1 | 21 | 900 | 0,023 |
| alpha-Pinen | 80-56-8 | 31 | 2500 | 0,012 |
| beta-Pinen | 127-91-3 | 16 | 1400 | 0,011 |
| delta-3-Caren | 13466-78-9 | 6 | 1500 | 0,004 |
| Limonen | 138-86-3 | 9 | 5000 | 0,002 |
| Acetaldehyd | 75-07-0 | 8 | 300 | 0,027 |
| Aceton | 67-64-1 | 18 | 120000 | 0,00015 |
| Summe R_i- Werte/R-Wert | | | | 0,08 |

6. Ergebnisinterpretation

Tabelle 5 zeigt einen Vergleich der erhaltenen Konzentrationsergebnisse mit den Vorgaben des deutschen AgBB-Schemas.

Tabelle 5: Vergleich Kriterien des deutschen AgBB-Schemas mit den Konzentrationsergebnissen der Probe 8629/23

| Kategorie | Vorgabe AgBB Tag 3 | Ergebnisse Tag 3 | Vorgabe AgBB Tag 28 | Ergebnisse Tag 28 |
|----------------------------------|---|------------------------------|--|------------------------------|
| TVOCspez (inkl. SVOC mit NIK) | $\leq 10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\leq 1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| TSVOC (SVOC ohne NIK) | - | $< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | $< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| 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 | 0,08 |
| Summe VOC ohne NIK | - | - | $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |

n.n. nicht nachweisbar

Die untersuchte Probe erfüllt somit die Vorgaben des deutschen AgBB- Schemas bei einem $q=1$ (entspricht der flächenspezifischen Emissionsrate SER).

7. Lagerung des Probenmaterials

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

HOLZFORSCHUNG AUSTRIA

DI (FH) Christina Fürhapper
Zeichnungsberechtigung

Mag. Elisabeth Habla
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.

| Akkreditierungs- zeichen Accreditation Mark | Art der Akkreditierung Type of accreditation | Verfahren Procedure/s |
|---|--|---|
|  | Prüfung Testing | <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 geprüften 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.