



BEWERTUNG VON EMISSIONEN AUS MATERIALIEN FÜR MUSEUMSAUSSTATTUNGEN

12200 Berlin
T: +49 30 8104-0
F: +49 30 8104-7 2222

Aktenzeichen BAM-4.2-1315

Ausfertigung 1.

Auftraggeber LEONHARD WEISS Fussbodentechnik
GmbH & Co. KG
Herr Frederic Sandner
Leonhard-Weiss-Straße 48
73037 Göppingen

Auftrag vom 12.06.2018

Zeichen

Eingegangen am 13.06.2018

**Prüfgegenstand /
Untersuchungsmaterial** Baumaterialien für den Vitrinenbau, siehe Tabelle unter
Prüfgegenstand

Eingegangen am 13.06.2018

Prüfzeitraum Juni 2018

Prüfort 12203 Berlin, Unter den Eichen 44-46, Haus 86

Prüfung gemäß BEMMA-Schema

Prüfgegenstand

(weitere Details siehe Anhang!)

BAM-Nummer	Kategorie	Probendetails
2018-4.2-6021	Sonstiges	Museums-Terrazzo; Fußbodenbelag!

Dieser Prüfbericht besteht aus Seite 1 bis 8

Dieser Prüfbericht darf nur in vollem Wortlaut und ohne Zusätze veröffentlicht werden. Für veränderte Wiedergabe und für Auszüge ist vorher die widerrufliche, schriftliche Einwilligung der BAM einzuholen. Der Inhalt des Prüfberichts bezieht sich ausschließlich auf die untersuchten Gegenstände/Materialien.

Beschreibung des Untersuchungs- und Bewertungsverfahrens nach BEMMA

BEMMA ist die Kurzbezeichnung für ein Verfahren zur **Bewertung** von **Emissionen** aus **Materialien** für **Museumsausstattungen**. Mit diesem Verfahren lassen sich flüchtige organische Verbindungen aus modernen Werkstoffen, die in mittelbarem Kontakt mit historischen Materialien des Kunst- und Kulturgutes stehen, untersuchen und bewerten. Die Vitrinenbaumaterialien, nicht die Vitrine, werden im Hinblick auf ihre Emissionen bewertet.

Die erfolgreiche Bewertung nach dem BEMMA-Schema ist keine Gewähr und keine Garantie für eine emissionsarme Vitrine, sondern schafft Voraussetzungen für die Auswahl geeigneter Materialien zur Herstellung möglichst emissionsarmer Vitrinen. Konkrete handwerkliche Durchführungen beim Bau können die Emissionscharakteristik der fertigen Vitrine zusätzlich beeinflussen.

Kernstück des BEMMA-Schemas sind die Untersuchungsmethoden mit den entsprechenden Nachweisgrenzen und die anschließende Bewertung aller Messergebnisse (BAM StAA-QMH-4.2-033). Hier wurde abweichend von der vollständigen Bewertung nach BEMMA nur der VOC-Teil betrachtet, der bei Dichtprofilen auch der relevante ist, die Bestimmung mit DNPH (Aldehyde und Ketone) und mit Silikagel (Essig- und Ameisensäure) wurde nicht durchgeführt.

1. Analysenmethoden:

- Mikrokammer Fluss: ca. 28 mL/min; 23 °C ± 2 K, synthetische Luft, Beladung: je nach Probe, meist 44 mm Durchmesser (Details sind in der Tabelle 2 angeführt);
- DIN ISO 16000-6 [Probenahme mit Tenax[®]-TA für VOCs, wie beispielsweise Aromaten, Alkane, Siloxane, Piperidine aber auch Oxime, SVOCs; 0,25 Liter Probenahmenvolumen; 10 min Probenahmedauer]; die Quantifizierung erfolgt über Toluoläquivalente der Komponenten, mit Ausnahme der Oxime und des Piperidinderivates¹, die substanzspezifisch bestimmt werden;
- DIN ISO 16000-3 (Probenahme mit DNPH-Kartuschen für Aldehyde incl. Formaldehyd und Ketone; im Bereich der VVOCs und VOCs; ca. 33 Liter Probenahmenvolumen; 20 h Probenahmedauer);
- Ameisen- und Essigsäure (in Anlehnung an Entwurf VDI-4301 Blatt 7²; Probenahme mit Silka-Kartuschen; 33 Liter Probenahmenvolumen; 20 h Probenahmedauer; Nachweis über Ionenchromatographie)

¹ z. B. 2,2,6,6-Tetramethyl-4-piperidinol als Lichtstabilisator

² Technische Regel Entwurf VDI 4301 Blatt 7:2017-04; Titel: Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Messung von Carbonsäuren; beuth-Verlag

2. Bewertungskriterien:

- Substanzen mit hohem Schädigungspotenzial, wie Oxime³ und Piperidinderivate¹ dürfen nicht nachweisbar sein. Dies bedeutet, dass die Analysenergebnisse dieser Komponenten kleiner als die in Tabelle 1 gelisteten Werte (ergibt sich aus Bestimmungsgrenze plus Messunsicherheit) sein müssen.
- Summenemissionswerte für VVOC (Σ VVOC) 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, für VOC (Σ VOC) 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und für SVOC (Σ SVOC) 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; für Dichtungsmaterialien⁴ gilt eine Ausnahme wegen der deutlich geringeren Einsatzoberfläche in fertigen Vitrinen mit Σ VOC 2.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabelle 1: Konzentrationen, die unterschritten werden müssen. (Diese entsprechen der Bestimmungsgrenze + Messunsicherheit)

Komponente	Konzentrationen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Komponente	Konzentrationen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ameisensäure	15	5-Methyl-2-hexanonoxim	10
Essigsäure	15	4-Methyl-2-pentanoxim	10
Formaldehyd	5	2-Butanonoxim	10

3. Bewertung:

Alle genannten Bewertungskriterien müssen eingehalten werden. Beim Überschreiten eines der o. g. Emissionswerte besteht das Produkt das BEMMA-Schema nicht.

Oxime sind hochreaktive Substanzen und dürfen nicht nachweisbar sein. Ein Piperidin-Derivat¹ (Lichtschutzmittel etc.) hat zu einem weißen Niederschlag auf Kunstobjekten in einer Vitrine geführt. Diese Substanzen dürfen ebenfalls nicht aus den Materialien emittieren.

Als Bewertungsgrundlage nach BEMMA gilt der Nachweis der Substanz, d. h. ist die Substanz analytisch nachweisbar oder nicht (s Tabelle 1).

Als Kriterium für die Nachweisbarkeit gilt die derzeit aktuelle Nachweisgrenze (NG). Da die Messunsicherheit (MU) an der Nachweisgrenze relativ hoch ist, wurden Bestimmungsgrenzen (BG) als Grenzwerte festgelegt. Dessen ungeachtet muss auch für die BG eine MU angenommen werden, so dass leichte Überschreitungen, die sich innerhalb des MU-Intervalls befinden, tolerabel sind. Damit wird sichergestellt, dass nach dem neuesten Stand der Technik diese Substanzen aus Vitrinenbauwerkstoffen nur in dem z. Zt. technisch nicht vermeidbaren Umfang emittieren können.

³ Auf Iso-Cyanate wurden die hier untersuchten Produkte nicht getestet, da sich für übliche Vitrinenbaumaterialien und die mit der Verarbeitung einhergehenden Ablüftzeiten keine Anhaltspunkte für deren Vorkommen ergeben haben. In besonderen Fällen könnten die Iso-Cyanate: Toluol-2,6-diisocyanat (2,6-TDI), Hexamethyldiisocyanat (HDI), Toluol-2,4-diisocyanat (2,4-TDI), gemäß OSHA Methode Nummer 42 für Diisocyanate überprüft werden (Derivatisierung, HPLC; 15 Liter Probenahmenvolumen; 20 h Probenahmedauer). Diese Untersuchungen müssten sodann als erstes nach der Beladung erfolgen.

⁴ Dazu gehören vor allem viskose Dichtungsmassen. Dichtprofile können durch Vorbehandlung so modifiziert werden, dass diese die 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Werte einhalten können.

Die einzuhaltenden Summenemissionswerte sind:

- Σ VVOC 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Σ VOC 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für Dichtungsmaterialien)
- Σ SVOC 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Begründung für Summe VOC $\geq 2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$: Für Dichtungsmaterialien gilt ein abweichender Wert von 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für Σ VOC wegen der deutlich geringeren Einsatzoberfläche bzw. Kontaktfläche zum Innenraum der Vitrinen.

Die Σ VVOC werden z. Zt. als Summe von Ameisensäure, Formaldehyd, Acetaldehyd, Aceton und Propanal berechnet. Die VOC-Summe (Σ VOC) wird aus den Konzentrationen (ausgewertet als Toluoläquivalent) aller Substanzen, deren Retentionszeiten zwischen der von n-Hexan (C6) und n-Hexadekan (C16) auf einer unpolaren Säule (Definition siehe DIN ISO 16000-6) liegen und der Konzentration von Essigsäure gebildet. Die SVOC-Summe (Σ SVOC) wird aus den Konzentrationen aller Substanzen (ausgewertet mit dem Toluoläquivalent), deren Retentionszeit bei der Tenax[®]-Rohranalytik auf einer unpolaren Säule größer als n-Hexadekan (C16) und kleiner gleich Dokosan (C22) ist und der Summe der Iso-Cyanate berechnet.

Prüfergebnisse

Mikrokammerbeladungen

Tabelle 2: Beladung der einzelnen sechs Kammern der Mikrokammer für flächige Proben:

Luftdurchsatz	(je 28 mL/min) je 1,7	L/h
n: Luftaustauschrate (Luftwechsel/Stunde)	38	1/h
Volumen der Kammer in Liter	0,044	L
Volumen der Kammer in m^3	0,000044	m^3
Oberfläche der Probe in cm^2	13,2	cm^2
Oberfläche der Probe in m^2	0,00132	m^2
L: Oberfläche/Volumen	30,0	m^2/m^3
q = n/L	1,3	$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

Tabelle 3: Herstellung, Verpackung, Versand und Messbeginn der Proben

BAM-Nummer	Probe produziert	Probe erhalten	Messbeginn	Bemerkungen
2018-4.2-6021	?	2018-06-13	2018-06-13	Vom Auftraggeber ausgeschnittene Probe

Die Ergebnisse der Probe sind in der Anlage dieses Berichtes aufgeführt. Bei den VOC-Ergebnissen sind auch die flächenspezifischen Emissionsraten mit angegeben. Damit lässt sich bei Bedarf eine potentielle Emission abschätzen.

Messunsicherheit

Eine Berechnung der Messunsicherheit ist erst bei Materialien notwendig, die die Kriterien des BEMMA-Schemas nicht eindeutig erfüllen würden.

Die Materialien erfüllen die Kriterien des BEMMA-Schemas nicht, wenn die ermittelten Werte abzüglich der Messunsicherheit höher als die in den Kriterien angegebenen Werte sind.

Tabelle 4: Konzentrationsbereiche, rel. Standardabweichungen und Messunsicherheit für die VOC-Bestimmung mit Tenax®TA als Adsorbens gemäß StAA-QMH-4.2-004

Konzentrationsbereich in µg/m ³	Standardabweichung [%]	Messunsicherheit [%] für k=2
5 - 20	20	40
20 - 100	10	20
100 - 400	5	10
400 - 1000	10	20
1000 - 1500	15	30

Bemerkungen und Interpretationen

Die in Tabelle 5 aufgeführte Probe erfüllt die VOC-Kriterien nach dem BEMMA-Schema.

Tabelle 5: Produkte, welche die Vorgaben nach BEMMA erfüllen

BAM-Nummer	Proben
2018-4.2-6021	Museums-Terrazzo; Fußbodenbelag!

Die Detailergebnisse des Materials befindet sich in der Anlage zu diesem Bericht (Seiten: 7 bis 8).

Die Probe besteht das BEMMA-Schema, allerdings wird der Summenwert für VOC von einer einzelnen Komponente hervorgerufen: Benzylalkohol. Es ist daher sehr ratsam nach Einbringen des Materials eine ausreichende Auslüftungszeit vorzusehen, um diese Komponente zu minimieren. Bei Fußbodenheizung sollte diese während der Auslüftzeit möglichst eingeschaltet sein. Generell ist das BEMMA Schema für diese Art Anwendung nicht gedacht, so dass in diesem Falle eine normale Bauprodukt-Messung z. B. nach AgBB-Schema oder Blauer-Engel vorzuziehen wäre.

**Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
12200 Berlin**

2018-06-19

BAM-4.2

Im Auftrag

Im Auftrag



Dr.-Ing Oliver Jann
Fachbereichsleiter



Dr. Wolfgang Horn
Prüfleiter

Die BAM, Fachbereich 4.2 ist ein durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde (D-PL-11075-02-00) aufgeführten Prüfverfahren.



Nicht akkreditierte Prüfverfahren und deren Ergebnisse sind mit * gekennzeichnet.

- Verteiler:
1. Ausfertigung: Auftraggeber
 2. Ausfertigung: BAM-4.2

Museums-Terrazzo; Fußbodenbelag: 2018-4.2-6021

Tabelle 6: Summenparameter VOC, VVOC und SVOC bei Raumtemperatur**

Probe	2018-4.2-6021
Parameter	in µg/m ³
Σ VVOC	20
Σ VOC + Essigsäure	390
Σ SVOC	< BG



Museums-Terrazzo: 2018-4.2-6021

Tabelle 7: Ameisen- und Essigsäure (Ergebnisse bei Raumtemperatur) **

Probe	2018-4.2-6021	BG
Substanzen	in µg/m ³	in µg/m ³
Ameisensäure	< BG	15
Essigsäure	< BG	15

Tabelle 8: Aldehyde und Ketone (Ergebnisse bei Raumtemperatur) **

Probe	2018-4.2-6021	BG
Substanzen	in µg/m ³	in µg/m ³
Formaldehyd	< BG	5,1
Acetaldehyd	< BG	6,5

Acetaldehyd, Aceton, Propanal, Crotonaldehyd, Butanal, Cyclohexanon, Pentenal, Benzaldehyd, Pentanal, Hexenal, Glutaraldehyd, Hexanal sind alle unterhalb der BG.

Tabelle 9: Oxime (Ergebnisse bei Raumtemperatur) **

Probe	2018-4.2-6021	BG
Substanzen	in µg/m ³	in µg/m ³
2-Butanonoxim	< BG	10
4-Methyl-2-pentanoxim	< BG	10
5-Methyl-2hexanonoxim	< BG	10

Diese Oxime werden substanzspezifisch analysiert.

** Blau sind in den Tabellen jeweils die Werte dargestellt, die unmittelbar bewertungsrelevant sind. Sind die Werte rot, führt das zum Nichtbestehen des Produktes.

Tabelle 10: VOC-Tenax[®] Ergebnisse als Toluoläquivalent [BG (TÄ) für die Komponenten > 5 µg/m³]

Probe 2018-4.2-6021 Substanzen [#]	Konzentration in µg/m ³	SERa µg/m ² h
Benzylalkohol	390	430

[#] Identifiziert über Spektrenbibliothek (keine exakte Identifizierung)!

KOPF