

BIOFA Naturprodukte W. Hahn GmbH
Dobelstr. 22
73087 Bad Boll

Prüfbericht Nr. 51548-001, 51548-003, 51548-005

Prüfziel:	Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von Formaldehyd durch sorbierende Baumaterialien (nach DIN ISO 16000-23)
Probenbezeichnung laut Auftraggeber:	FERMACELL Gipsfaser-Platte (Referenzprobe) FERMACELL Gipsfaser-Platte BIOFA Raumluftaktivator Art. Nr. 8040
Probenbereitstellung:	Auftraggeber
Probeneingang:	26.09.2016
Prüfzeitraum:	26.09.2016 - 09.01.2017
Datum der Berichterstellung:	23.01.2017
Seitenanzahl des Prüfberichts:	21
Prüfendes Labor:	eco-INSTITUT Germany GmbH, Köln

Inhalt

Übersicht der Proben.....	2
Laborbericht.....	4
1 Methodenbeschreibung.....	4
2 Sorption.....	8
3 Re-Emission.....	16
Bewertung.....	17
Anhang.....	20
I Probenahmefleitblatt.....	20
II Erläuterung zur Emissionsanalyse.....	21

Übersicht der Proben

eco-Proben-nummer	Probenbezeichnung	Zustand der Probe bei Anlieferung	Probenart
A001	FERMACELL Gipsfaser-Platte (Referenzprobe)	ohne Beanstandung	unbehandelte Gipsfaser-Platte
A003	FERMACELL Gipsfaser-Platte	ohne Beanstandung	unbehandelte Gipsfaser-Platte
A005	BIOFA Raumlufaktuator Art. Nr. 8040	ohne Beanstandung	Beschichtung
B001	FERMACELL Gipsfaser-Platte (Referenzprobe)	ohne Beanstandung	unbehandelte Gipsfaser-Platte
B003	FERMACELL Gipsfaser-Platte	ohne Beanstandung	unbehandelte Gipsfaser-Platte
B005	BIOFA Raumlufaktuator Art. Nr. 8040	ohne Beanstandung	Beschichtung



A001: FERMACELL Gipsfaser-Platte (Referenzprobe)



A003: FERMACELL Gipsfaser-Platte
+ A005: BIOFA Raumluftaktivator Art. Nr. 8040

Laborbericht

1 Methodenbeschreibung

Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von Formaldehyd durch sorbierende Baumaterialien nach DIN ISO 16000-23

Die Prüfung der Leistungsfähigkeit zur Minderung der Formaldehydkonzentration wurde nach DIN ISO 16000-23 durchgeführt.

Dieser Teil der ISO 16000 spezifiziert ein allgemeines Laborprüfverfahren zur Bewertung der Minderung von Formaldehydkonzentrationen durch sorbierende Baumaterialien. Dieses Verfahren ist anwendbar für Platten, Tapeten, Teppiche, lackierte Produkte und andere Baumaterialien. Das Verfahren basiert auf dem in der DIN EN ISO16000-9 festgelegten Prüfkammerverfahren. Die Luftprobenahme und das analytische Verfahren zur Bestimmung von Formaldehyd werden in der DIN ISO 16000-3 behandelt, die Teil des vollständigen Verfahrens ist.

Danach wurde die Leistungsfähigkeit des zu testenden Materials zur Minderung der Formaldehydkonzentration anhand der Abnahme der Formaldehydkonzentration in einer Prüfkammer, in der das Prüfstück platziert war, gemessen. Für das in der ISO 16000-23 spezifizierte Verfahren wurde mit Formaldehyd dotierte Versorgungsluft verwendet, welche in die Prüfkammer, in der sich das Material für die Prüfung befand, eingeleitet wurde. Die Formaldehydkonzentration in der dotierten Luft wurde so eingestellt, dass die gemessene Konzentration in der nicht beladenen Prüfkammer in etwa dem doppelten WHO-Richtwert entsprach. Die Leistungsfähigkeit zur Minderung wurde durch die Überwachung der Formaldehyd-Konzentrationsdifferenz in der Zu- und Abluft der Prüfkammer bestimmt.

Für die Prüfung wurden die aus unbehandelter Gipsfaserplatte (A001: Referenzprobe) unverändert in die Prüfkammer nach DIN ISO 16000-9 eingebracht. Die zweite Probe (A003: FERMACELL Gipsfaserplatte + A005: BIOFA Raumlufaktivator Art. Nr. 8040) wurde gemäß Herstellerangaben vorbereitet und in die Prüfkammer nach ISO 16000-9 eingebracht.

Die Anordnung der Prüfstücke in der Kammer erfolgte jeweils in der Mitte der Prüfkammer auf einem Stativ.

Die Prüfung umfasst die nacheinander geschalteten Prüfzyklen der „Sorption“ und der „Re-Emission“.

Die Sorption beschreibt den Teil der Prüfung, in der die eingehende Luft in der Kammer mit Formaldehyd dotiert wird. Der Vergleich der unter diesen Bedingungen geprüften Prüfstücke (unbehandelte und ausgerüstete Probe) liefert die Information über die Leistung des Produktes zur Minderung der Formaldehydkonzentration in der Raumluf.

Die Messung der Formaldehydkonzentration erfolgte zu den angegebenen Zeitpunkten jeweils im Zulauf der mit Formaldehyd dotierten Luft in die Kammer und am Ausgang der Kammer.

Die Re-Emission beschreibt den Teil der Prüfung, in dem die eingehende Luft in der Kammer nicht mehr mit Formaldehyd dotiert wird. Dabei bleiben die Prüfstücke (unbehandelte und ausgerüstete Probe) unverändert in den Prüfkammern. Es wird lediglich die Zufuhr von Formaldehyd gestoppt. Der eingestellte Luftwechsel, jetzt mit unbelasteter Luft, bleibt konstant. Der Vergleich der unter diesen Bedingungen geprüften Prüfstücke liefert Informationen über die Leistungsfähigkeit des Produktes, das zuvor sorbierte Formaldehyd auf dem Prüfstück zu fixieren.

Die Messung der Formaldehydkonzentration erfolgte zu den angegebenen Zeitpunkten jeweils am Ausgang der Kammer.

Prüfmethode

prEN 16516	Prüfung und Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen; Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft
------------	--

A001, Prüfstückherstellung

Datum:	29.11.2016
Vorbehandlung / Prüfstückherstellung:	entfällt
Abklebung der Rückseite:	ja
Abklebung der Kanten:	ja, 100 %
Verhältnis offener Kanten zur Oberfläche:	entfällt
Beladung:	bezogen auf die Fläche
Abmessungen:	35,3 cm x 35,3 cm

A001, Prüfkammerbedingungen nach DIN ISO 16000-9

Kammervolumen:	0,125 m ³
Temperatur:	23°C
Relative Luftfeuchte:	50 %
Luftdruck:	normal
Luft:	gereinigt
Luftwechselrate:	0,5 h ⁻¹
Anströmgeschwindigkeit:	0,3 m/s
Beladung:	1,00 m ² /m ³
Spez. Luftdurchflussrate:	0,5 m ³ /(m ² · h)
Luftprobenahme:	siehe Tabelle

A003, A005, Prüfstückherstellung

Datum:	25.11.2016
Vorbehandlung / Prüfstückherstellung:	BIOFA Raumlufaktuator 8040 mit 125 mL/m ² (= 133,75 g/m ²) mit Rolle oder Pinsel auf FERMCELL Gipsfaser-Platte aufgetragen. BIOFA Raumlufaktuator 8040 vor Gebrauch gut aufgerührt. Trocknung / Vorkonditionierung außerhalb der Prüfkammer: 72 Stunden
Ablebung der Rückseite:	ja
Ablebung der Kanten:	ja, 100 %
Verhältnis offener Kanten zur Oberfläche:	entfällt
Beladung:	bezogen auf die Fläche
Abmessungen:	35,3 cm x 35,3 cm [16,7g]

A003, A005, Prüfkammerbedingungen nach DIN ISO 16000-9

Kammervolumen:	0,125 m ³
Temperatur:	23°C
Relative Luftfeuchte:	50 %
Luftdruck:	normal
Luft:	gereinigt
Luftwechselrate:	0,5 h ⁻¹
Anströmgeschwindigkeit:	0,3 m/s
Beladung:	1,00 m ² /m ³
Spez. Luftdurchflussrate:	0,5 m ³ /(m ² · h)
Luftprobenahme:	siehe Tabelle

Analytik

Aldehyde und Ketone	DIN ISO 16000-3
Bestimmungsgrenze:	2 µg/m ³
Anmerkung zur Auswertung	keine Angabe

2 Sorption

Prüfziel:

Beurteilung der Konzentrationsminderung von Formaldehyd –
 Vergleich zwischen ausgerüstetem und nicht ausgerüstetem Material.

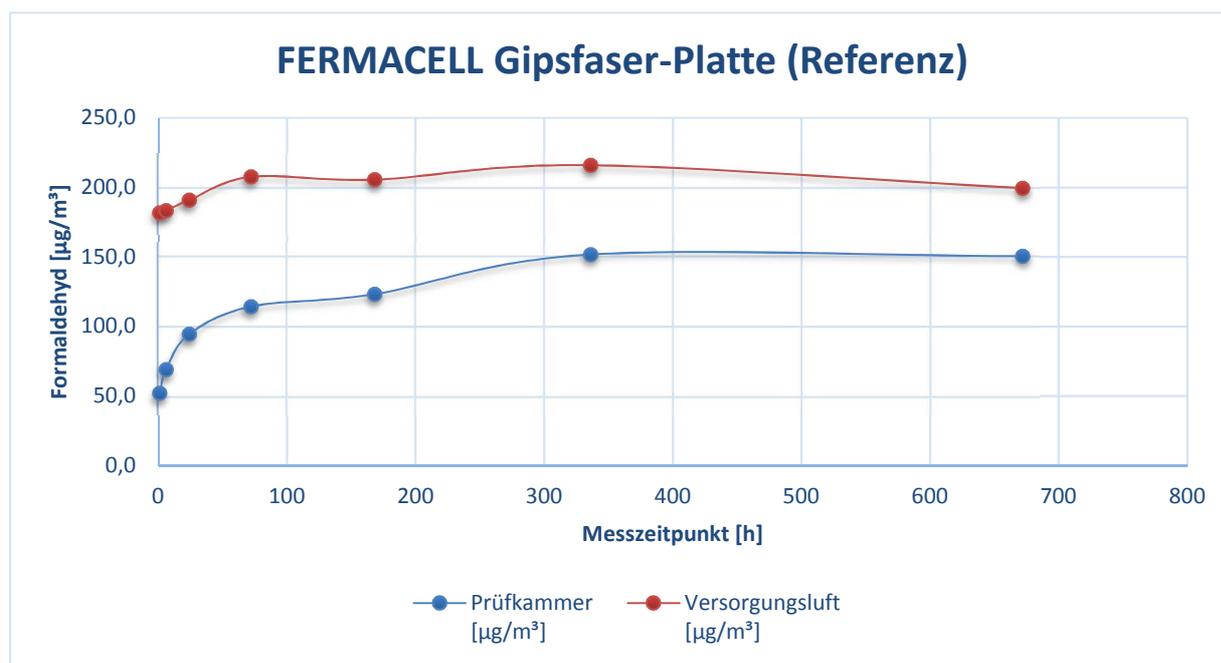
Prüfmethode:

Analytik: DIN ISO 16000-23
 DIN ISO 16000-3 (DNPH-Methode)
 Bestimmungsgrenze: 2 µg/m³

Prüfergebnis:

Probe A001: FERMACELL Gipsfaser-Platte (Referenzprobe)

Messzeitpunkt [h]	Prüfkammer [µg/m ³]	Versorgungsluft [µg/m ³]	Wiederfindung [%]
1	52,1	181,8	28,7
6	69,1	183,4	37,7
24	94,6	190,9	49,6
72	114,4	207,6	55,1
168	123,3	205,6	60,0
336	151,8	216,0	70,3
672	150,6	199,5	75,5



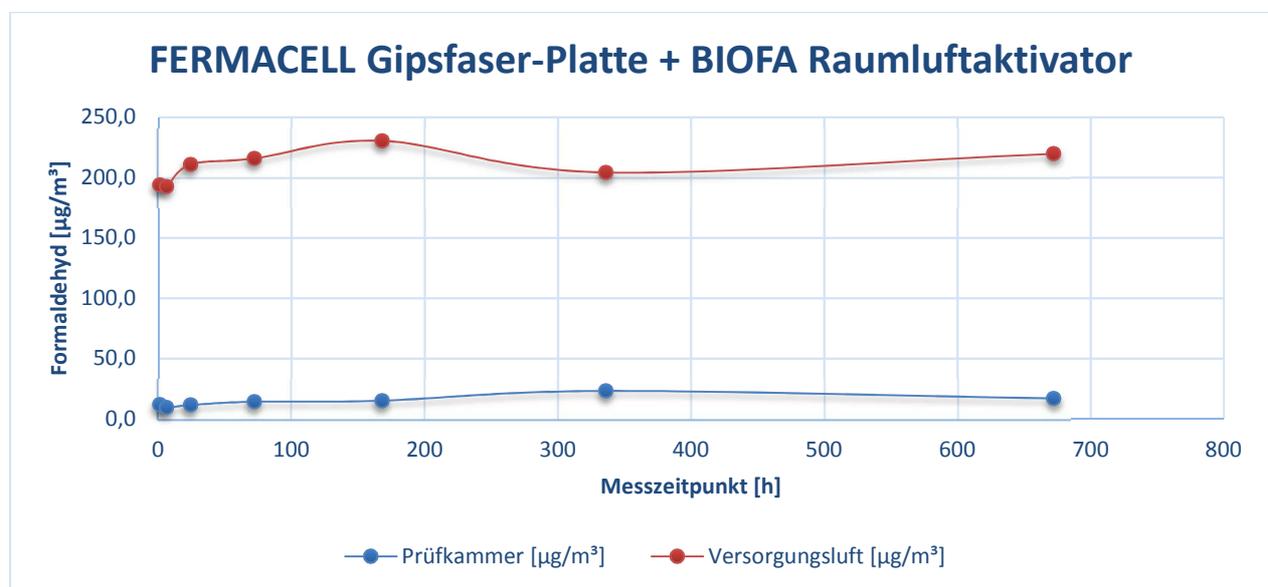
Hinweis: Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den vorgelegten Prüfgegenstand. Der Bericht verliert umgehend seine Gültigkeit bei Änderungen der Zusammensetzung oder des Produktionsverfahrens des Prüfgegenstandes. Eine vollständige oder auszugsweise Veröffentlichung des Prüfberichtes bedarf der Genehmigung.

Prüfergebnis:

A003: FERMACELL Gipsfaser-Platte (Biofa-Aufbau, BIOFA Art. Nr. 8040)

+ A005: BIOFA Raumluftaktivator Art. Nr. 8040

Messzeitpunkt [h]	Prüfkammer [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Versorgungsluft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wiederfindung [%]
1	12,0	194,0	6,2
6	9,5	192,6	4,9
24	11,6	210,9	5,5
72	14,4	215,9	6,7
168	15,2	230,5	6,6
336	23,3	204,3	11,4
672	17,1	219,8	7,8



Hinweis: Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den vorgelegten Prüfgegenstand. Der Bericht verliert umgehend seine Gültigkeit bei Änderungen der Zusammensetzung oder des Produktionsverfahrens des Prüfgegenstandes. Eine vollständige oder auszugsweise Veröffentlichung des Prüfberichtes bedarf der Genehmigung.

Berechnung des Sorptionsflusses:

Der Sorptionsfluss pro Zeiteinheit und Flächeneinheit, F_m , wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$F_m = \frac{(\rho_{in,t_e} - \rho_{out,t_e}) q_c}{A}$$

Dabei ist

ρ_{in, t_e} die Formaldehydkonzentration am Einlasstutzen der Prüfkammer zur Zeit t_e ;

ρ_{out, t_e} die Konzentration in der Prüfkammer zur Zeit t_e ;

q_c der Luftvolumenstrom in der Prüfkammer;

A die Oberfläche des Prüfstücks.

Der Luftvolumenstrom (q_c) liegt über die gesamte Prüfdauer bei 0.0625 m³/h.
Die Oberfläche (A) des Prüfstücks beträgt 0,125 m².

Der Sorptionsfluss für die einzelnen Messzeitpunkte wird berechnet mit:

Probe A001: FERMACELL Gipsfaser-Platte (Referenzprobe)

Messzeitpunkt [h]	Prüfkammer [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Versorgungsluft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Sorptionsfluss [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]
1	52,1	181,8	162,1
6	69,1	183,4	142,9
24	94,6	190,9	120,4
72	114,4	207,6	116,5
168	123,3	205,6	102,9
336	151,8	216,0	80,3
672	150,6	199,5	61,1
Mittelwert:			112,3

Der Sorptionsfluss F_m beschreibt die Formaldehydmasse, die je Zeiteinheit und Flächeneinheit von Prüfbeginn bis zur festgelegten abgelaufenen Zeit sorbiert wird.

Dies bedeutet, dass das geprüfte Produkte eine Formaldehydmasse von 61,1 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ zum Messzeitpunkt 672 Stunden nach Prüfbeginn aufnehmen kann. Der Mittelwert des Sorptionsflusses liegt bei 112,3 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$.

A003: FERMACELL Gipsfaser-Platte
+ A005: BIOFA Raumluftaktivator Art. Nr. 8040

Messzeitpunkt [h]	Prüfkammer [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Versorgungsluft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Sorptionsfluss [$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$]
1	12,0	194,0	227,5
6	9,5	192,6	228,9
24	11,6	210,9	249,1
72	14,4	215,9	251,9
168	15,2	230,5	269,1
336	23,3	204,3	226,3
672	17,1	219,8	253,4
Mittelwert:			243,7

Der Sorptionsfluss F_m beschreibt die Formaldehydmasse, die je Zeiteinheit und Flächeneinheit von Prüfbeginn bis zur festgelegten abgelaufenen Zeit sorbiert wird.

Dies bedeutet, dass das geprüfte Produkte eine Formaldehydmasse von 253,4 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ zum Messzeitpunkt 672 Stunden nach Prüfbeginn aufnehmen kann. Der Mittelwert des Sorptionsflusses liegt bei 243,7 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$.

Berechnung der äquivalenten flächenspezifischen Luftwechselzahl:

Unter der Annahme, dass die Konzentration aufgrund des zunehmenden Volumenstroms reiner Luft sinkt, wird die äquivalente flächenspezifische Luftwechselzahl, $F_{V,eq}$, berechnet:

$$F_{V,eq} = \frac{\left(\frac{\rho_{in,t}}{\rho_{out,t}} - 1 \right) q_c}{A}$$

Die äquivalente flächenspezifische Luftwechselzahl wird berechnet mit:

Probe A001: FERMACELL Gipsfaser-Platte (Referenzprobe)

Messzeitpunkt [h]	Prüfkammer [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Versorgungsluft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	äquivalente flächenspezifische Luftwechselzahl [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]
1	52,1	181,8	3,1
6	69,1	183,4	2,1
24	94,6	190,9	1,3
72	114,4	207,6	1,0
168	123,3	205,6	0,8
336	151,8	216,0	0,5
672	150,6	199,5	0,4
Mittelwert:			1,3

Die äquivalente flächenspezifische Luftwechselzahl $F_{V,eq}$ beschreibt die in der Innenraumluft erhöhte Luftwechselzahl mit reiner Luft, die die gleiche Minderung der Formaldehydkonzentration bewirkt wie das geprüfte Produkt.

Dies bedeutet, um die gleiche Reduktion der Formaldehydkonzentration in der Innenraumluft durch Lüftung mit reiner Luft zu bewirken, muss die Luftwechselzahl um einen mittleren Wert von $1,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ erhöht werden, im Vergleich zu einem Raum, in dem das geprüfte Produkt eingebracht ist.

A003: FERMACELL Gipsfaser-Platte
+ A005: BIOFA Raumluftaktivator Art. Nr. 8040

Messzeitpunkt [h]	Prüfkammer [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Versorgungsluft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	äquivalente flächenspezifische Luftwechselzahl [$\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$]
1	12,0	194,0	19,0
6	9,5	192,6	24,1
24	11,6	210,9	21,5
72	14,4	215,9	17,5
168	15,2	230,5	17,7
336	23,3	204,3	9,7
672	17,1	219,8	14,8
Mittelwert:			17,8

Die äquivalente flächenspezifische Luftwechselzahl $F_{V,eq}$ beschreibt die in der Innenraumluft erhöhte Luftwechselzahl mit reiner Luft, die die gleiche Minderung der Formaldehydkonzentration bewirkt wie das geprüfte Produkt.

Dies bedeutet, um die gleiche Reduktion der Formaldehydkonzentration in der Innenraumluft durch Lüftung mit reiner Luft zu bewirken, muss die Luftwechselzahl um einen mittleren Wert von $17,8 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ erhöht werden, im Vergleich zu einem Raum, in dem das geprüfte Produkt eingebracht ist.

Berechnung der Gesamtmasse pro Sorptionsfläche und der flächenspezifischen Sättigungsmasse:

Die Gesamtmasse pro Sorptionsfläche, ρ_{AC} , wird bei halber Standzeit berechnet:

$$\rho_{AC} = \sum_i (F_{m,i} \times \Delta t_{e,i}) \quad \text{where} \quad \Delta t_{e,i} = t_{e,i} - t_{e,i-1}$$

Dabei ist t_e die seit Prüfbeginn abgelaufene Zeit.

Die flächenspezifische Sättigungsmasse, ρ_{Aa} , ist per Definition gegeben durch:

$$\rho_{Aa} \equiv \rho_{AC}$$

Die Leistungsfähigkeit zur Minderung wird durch die Überwachung der Konzentrationsdifferenz am Eingangs- und Ausgangsstutzen der Prüfkammer bestimmt. Die Prüfung sollte bis zur *halben Standzeit* fortgeführt werden. Dies bedeutet, dass die Prüfung fortgeführt wird, bis die Leistungsfähigkeit zur Formaldehydminderung auf die Hälfte der ursprünglichen Leistungsfähigkeit zur Formaldehydminderung bei konstanten Lüftungsbedingungen abgenommen hat. Mit dieser Prüfung wird der Sorptionsfluss F_m und die Gesamtsorptionsmasse ρ_{AC} bei der halben Standzeit bestimmt. Das bei der halben Standzeit gemessene ρ_{AC} ist als flächenspezifische Sättigungsmasse ρ_{Aa} definiert.

Probe A001: FERMACELL Gipsfaser-Platte (Referenzprobe)

Messzeitpunkt [h]	Prüfkammer [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Versorgungsluft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wiederfindung [%]	Sorptionsfluss [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]	Sorptionskapazität [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]
1	52,1	181,8	28,7	162,1	162
6	69,1	183,4	37,7	142,9	714
24	94,6	190,9	49,6	120,4	2167
72	114,4	207,6	55,1	116,5	5592
168	123,3	205,6	60,0	102,9	9876
336	151,8	216,0	70,3	80,3	13482
672	150,6	199,5	75,5	61,1	

Gesamtmasse pro Sorptionsfläche: 31993

Der anfängliche Sorptionsfluss des geprüften Produkts liegt bei $162,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, die halbe Standzeit ist daher erreicht bei einem Sorptionsfluss von $81 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. Für das geprüfte Produkt ist die halbe Standzeit daher zum Messzeitpunkt 336 Stunden nach Prüfkammerbeladung erreicht.

Die Gesamtmasse pro Sorptionsfläche wurde für das geprüfte Produkt bestimmt mit $\rho_{AC} = 31993 \mu\text{g}/\text{m}^2$ bzw. $\rho_{AC} = 32 \text{ mg}/\text{m}^2$. Dies bedeutet, dass ein Quadratmeter des geprüften Produkts in der Lage ist, 32 mg Formaldehyd zu sorbieren.

Die gemessene Gesamtmasse pro Sorptionsfläche ρ_{AC} bei halber Standzeit entspricht per Definition der flächenspezifischen Sättigungsmasse $\rho_{Aa} = 32 \text{ mg}/\text{m}^2$.

Hinweis: Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den vorgelegten Prüfgegenstand. Der Bericht verliert umgehend seine Gültigkeit bei Änderungen der Zusammensetzung oder des Produktionsverfahrens des Prüfgegenstandes. Eine vollständige oder auszugsweise Veröffentlichung des Prüfberichtes bedarf der Genehmigung.

A003: FERMACELL Gipsfaser-Platte
+ A005: BIOFA Raumlufaktuator Art. Nr. 8040

Messzeitpunkt [h]	Prüfkammer [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Versorgungsluft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wiederfindung [%]	Sorptionsfluss [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]	Sorptionskapazität [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]
1	12,0	194,0	6,2	227,5	227
6	9,5	192,6	4,9	228,9	1144
24	11,6	210,9	5,5	249,1	4484
72	14,4	215,9	6,7	251,9	12090
168	15,2	230,5	6,6	269,1	25836
336	23,3	204,3	11,4	226,3	38010
672	17,1	219,8	7,8	253,4	85134

Gesamtmasse pro Sorptionsfläche: 166926

Der anfängliche Sorptionsfluss des geprüften Produkts liegt bei $227,5 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, die halbe Standzeit wäre daher erreicht bei einem Sorptionsfluss von $113,7 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. Für das geprüfte Produkt wird die halbe Standzeit über den Messzeitraum von 28 Tagen nicht erreicht. Die Gesamtmasse pro Sorptionsfläche bei halber Standzeit sowie daraus resultierend die flächenspezifische Sättigungsmasse kann daher nicht bestimmt werden.

Die im Verlauf der Prüfung über 28 Tage aufgenommene Gesamtmasse pro Sorptionsfläche wurde für das geprüfte Produkt bestimmt mit $\rho_{AC} = 166926 \mu\text{g}/\text{m}^2$ bzw. $\rho_{AC} = 167 \text{mg}/\text{m}^2$ bei einer Formaldehyd-Dosierung von $209,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3 Re-Emission

Prüfziel:

Beurteilung der Rückemission (Re-Emission) von Formaldehyd nach vorangehender Dotierung – Vergleich zwischen ausgerüstetem und nicht ausgerüstetem Material.

Prüfmethode:

Analytik:	DIN ISO 16000-23 DIN ISO 16000-3 (DNPH-Methode)
Bestimmungsgrenze:	2 µg/m ³

Prüfergebnis

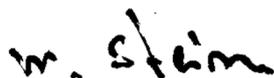
Probe A001: FERMACELL Gipsfaser-Platte (Referenzprobe)

Messzeitpunkt [h]	Prüfkammer [µg/m ³]
24	89,3
168	47,7

A003: FERMACELL Gipsfaser-Platte
+ A005: BIOFA Raumlufaktivator Art. Nr. 8040

Messzeitpunkt [h]	Prüfkammer [µg/m ³]
24	10,7
168	7,0

Köln, 23.01.2017



Michael Stein, Dipl.-Chem.
(Stellvertretender technischer Leiter)

Bewertung

Die Materialien **FERMACELL Gipsfaser-Platte (Referenzprobe)** und **FERMACELL Gipsfaser-Platte + BIOFA Raumlufaktivator 8040** wurden einer Prüfung nach DIN ISO 16000-23 zur Prüfung der Leistungsfähigkeit zur Minderung der Formaldehydkonzentration unterzogen. Die Prüfung des unbehandelten Materials und des ausgerüsteten Materials erfolgte in zwei parallelen Prüfkammern nach DIN EN ISO 16000-9. Die eintretende und austretende Luft der so betriebenen Kammern wurde auf den Gehalt an Formaldehyd nach DIN ISO 16000-3 untersucht. Aus dem Unterschied der Konzentrationsverläufe der parallelen Kammerversuche können die folgenden Rückschlüsse auf die Leistung des vorgelegten Materials gezogen werden.

Sorption

Die Kurvenverläufe der Formaldehyd-Konzentration für die Referenzprobe und das ausgerüstete Material unterscheiden sich in der Sorptionsphase signifikant. Für das Referenzmaterial ist anfänglich ein deutlicher Konzentrationsunterschied zwischen der Formaldehyd-dotierten Zuluft und der ausgehenden Prüfkammerluft messbar, jedoch nähert sich der Konzentrationsverlauf der ausgehenden Prüfkammerluft mit der Zeit an den Kurvenverlauf der dotierten Zuluft an. Das ausgerüstete Material zeigt dagegen über den gesamten Messzeitraum von 28 Tagen einen sehr gleichbleibenden, niedrigen Konzentrationsverlauf für die ausgehende Prüfkammerluft.

Für die Referenzprobe **FERMACELL Gipsfaser-Platte** ist eine anfängliche Wiederfindung von 28,7% (Messzeitpunkt 1 h nach Prüfkammerbeladung) nachweisbar. Im Verlauf der weiteren Messung steigt die Formaldehyd-Konzentration in der austretenden Prüfkammerluft deutlich an, so dass die Wiederfindung nach 28 Tagen auf 75,5% ansteigt. Der Mittelwert der Wiederfindung liegt über den gesamten Prüfzeitraum bei 53,8%. Die mittlere Formaldehyd-Konzentration der Versorgungsluft lag bei 197,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,2 ppm), was dem doppelten WHO-Richtwert entspricht. Die mittlere Konzentration der austretenden Prüfkammerluft lag bei 108,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ über den Prüfzeitraum von 28 Tagen.

Für die ausgerüstete Probe **FERMACELL Gipsfaser-Platte + BIOFA Raumlufaktivator 8040** liegt die anfängliche Wiederfindung bei 6,2% (Messzeitpunkt 1h nach Prüfkammerbeladung). Die Formaldehyd-Konzentration in der ausgehenden Prüfkammerluft bleibt über den gesamten Messzeitraum von 28 Tagen nahezu konstant. Die Wiederfindung nach 28 Tagen liegt bei 7,8%, der Mittelwert der Wiederfindung liegt über den Prüfzeitraum von 28 Tagen bei 7,0%. Die mittlere Formaldehyd-Konzentration der Versorgungsluft lag bei 209,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,2 ppm), die mittlere Konzentration der austretenden Prüfkammerluft lag bei 14,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ über den Prüfzeitraum von 28 Tagen.

Die Wiederfindungsraten für das ausgerüstete Produkt **FERMACELL Gipsfaser-Platte + BIOFA Raumlufaktivator 8040** liegen über den gesamten Prüfzeitraum signifikant niedriger als die Wiederfindungsraten für das nicht ausgerüstete Produkt. Somit ist eine deutliche Formaldehyd-mindernde Wirkung des Produkts nachgewiesen.

Für das nicht-ausgerüstete Material zeigt der Vergleich des Sorptionsflusses zum Messzeitpunkt 28 Tage nach Prüfkammerbeladung und des Mittelwerts des Sorptionsflusses stark unterschiedliche Werte. Der Sorptionsfluss liegt für den Messzeitpunkt 28 Tage nach Prüfkammerbeladung deutlich unter dem Mittelwert, was darauf hindeutet, dass die Sorptionsfähigkeit des Referenzmaterials über den Prüfzeitraum von 28 Tagen signifikant nachlässt.

Für das ausgerüstete Material ist über den Messzeitraum von 28 Tagen keine signifikante Verschlechterung des Sorptionsflusses nachweisbar.

Für die Referenzprobe liegt der anfängliche Sorptionsfluss bei $162,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$, somit ist die halbe Standzeit bei einem Sorptionsfluss von $81,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ erreicht. Für den Messzeitpunkt 14 Tagen nach Prüfkammerbeladung liegt der Sorptionsfluss bei $80,3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ und beschreibt damit den Endpunkt zur Berechnung der Gesamtmasse pro Sorptionsfläche ρ_{AC} . Für die Referenzprobe FERMACELL Gipsfaserplatte liegt die Gesamtmasse pro Sorptionsfläche ρ_{AC} und damit auch die flächenspezifische Sättigungsmasse ρ_{Aa} bei $32 \text{ mg}/\text{m}^2$.

Für die ausgerüstete Probe liegt der anfängliche Sorptionsfluss bei $227,5 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$, somit wäre die halbe Standzeit bei einem Sorptionsfluss von $113,7 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ erreicht. Für den Messzeitpunkt 28 Tage nach Prüfkammerbeladung liegt der Sorptionsfluss bei $253,4 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$, der Mittelwert des Sorptionsflusses liegt bei $243,7 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ über den Messzeitraum von 28 Tagen. Aufgrund der geringen Differenz zwischen Mittelwert und Endwert kann man erkennen, dass die Sorptionskapazität für das ausgerüstete Material nicht messbar nachlässt und somit die Berechnung der flächenspezifischen Sättigungsmasse zum Zeitpunkt 28 Tage nach Prüfkammerbeladung nicht möglich ist. Im Verlauf der Messungen ist keine Verschlechterung der Sorptionsleistung für das ausgerüstete Material feststellbar.

Re-Emission

In der nachfolgenden Prüfung der Re-Emission zeigt das Referenzmaterial eine relativ hohe Formaldehyd-Konzentration in der ausgehenden Prüfkammerluft. Für den Messzeitpunkt 24 Stunden nach Beenden der Zudosierung von Formaldehyd liefert das Referenzmaterial eine Formaldehyd-Konzentration von $89,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nach 7 Tagen sind in der austretenden Prüfkammerluft noch $47,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Referenzmaterial nachweisbar. Hierbei handelt es sich vermutlich um oberflächlich gebundenes Formaldehyd, welches nicht dauerhaft an das Material gebunden ist.

Für das ausgerüstete Material sind deutlich niedrigere Formaldehyd-Konzentrationen in der ausgehenden Prüfkammerluft nachweisbar. Für den Messzeitpunkt 24 Stunden nach Beenden der Zudosierung von Formaldehyd sind in der ausgehenden Prüfkammerluft $10,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Formaldehyd nachweisbar, nach 7 Tagen ist in der ausgehenden Prüfkammerluft noch $7,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Formaldehyd messbar. Dies deutet darauf hin, dass das Material in der Lage dazu ist, das sorbierte Formaldehyd langfristig zu binden und nur geringe Mengen oberflächlich gebundenes Formaldehyd wieder abgegeben werden.

Fazit

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass der Formaldehyd-reduzierende Effekt des ausgerüsteten Materials klar nachgewiesen ist. Über den Messzeitraum von 28 Tagen ist keine Verschlechterung der Sorptionskapazität erkennbar. Auch in der nachfolgenden Prüfung der Re-Emission sind nur geringe Formaldehydkonzentrationen in der ausgehenden Prüfkammerluft nachweisbar, somit ist von einer langfristigen bis dauerhaften Bindung des dotierten Formaldehyds auszugehen. Basierend auf diesen Ergebnissen ist die Eignung des ausgerüsteten Materials zur dauerhaften Minderung einer Formaldehydkonzentration in der Innenraumluft eindeutig nachgewiesen.

Köln, 23.01.2017

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. Kühn'.

Alexandra Kühn
(Projektleiter)

Anhang

I Probenahmebegleitblatt

Produktprüfung Product testing
 Zertifizierung Certification
 Beratung Consulting



Probenahmebegleitblatt*

Prüflabor	eco-INSTITUT Germany GmbH Schanzenstr. 6-20, D-51063 Köln Tel. +49 (0)221 - 931245-0 Fax +49 (0)221 - 931245-33	Probenehmer (Name, Firma, Telefon)	Fermacell GmbH Mike Südekum Industriegebiet Münchehof 38723 Seesen
Name des Herstellers / Händlers am Probenahmeort (Adresse / Stempel)	Fermacell GmbH Düsseldorfer Landstraße 395 47259 Duisburg	Auftraggeber/ Rechnungsempfänger (falls abweichend vom Hersteller)	

Produktname	FERMACELL Gipsfaser-Platte	Probeart (z.B. Holzwerkstoff, Bodenbelag)	
Modell / Programm / Artikel-Nr.		Chargen-Nr.	
		Produktionsdatum	14.09.16

Probe wird gezogen ...	<input type="checkbox"/> aus der laufenden Produktion <input checked="" type="checkbox"/> aus Lagerbeständen	Datum der Probenahme	20.09.16
Wo wurde das Produkt vor Probenahme gelagert?	<input type="checkbox"/> Fertigung <input type="checkbox"/> Lager <input type="checkbox"/> Sonstiges Lagerort: entsprechende Lagerhalle im Werk	Uhrzeit	08:00
		Wie wurde das Produkt vor Probenahme gelagert?	<input type="checkbox"/> offen <input checked="" type="checkbox"/> verpackt Verpackungsmaterial: PE-Folie

Besonderheiten (mögliche negative Einflüsse durch Emissionen am Probenahmeort, Benzin-Abgase, Lösemittlemissionen aus der Fertigung, Unklarheiten, Fragen, etc.)

Bestätigung
 Hiermit bestätigt der Unterzeichner die Richtigkeit der oben gemachten Angaben. Die Probe wurde eigenhändig gemäß Probenahmeanleitung ausgewählt, gezogen und verpackt.

Datum: 20.09.16 Unterschrift:
 (Stempel)

* Bitte pro Probe ein Probenahmebegleitblatt ausfüllen! Die Probenahmeanleitung ist unbedingt einzuhalten!

Beauftragung
 (Bitte Angebotsnummer eintragen bzw. falls nicht vorhanden Untersuchungsziel angeben)

II Erläuterung zur Emissionsanalyse

Prüfmethode

Die Messung der flüchtigen organischen Verbindungen erfolgt in der Prüfkammer (oder ggf. im Prüfraum) in Anlehnung an praxisnahe Bedingungen. Je nach Art des Prüfstückes und erforderlicher Richtlinie werden standardisierte Prüfbedingungen für Beladung, Luftwechsel, Luftfeuchte, Temperatur und Anströmgeschwindigkeit der Prüfkammerluft festgelegt. Diese und die zugrunde liegenden Normen sind dem Kapitel Prüfmethode des Laborberichtes zu entnehmen.

Während der kontinuierlich laufenden Prüfung werden zu definierten Zeitpunkten Luftproben aus der Prüfkammer entnommen. Hierzu werden ca. 5 L Prüfkammerluft mit einem Volumenstrom von 100 mL/min auf Tenax und ca. 100 L mit einem Volumenstrom von 0,8 L/min auf DNPH (Dinitrophenylhydrazin) gezogen.

Die an Tenax adsorbierten Stoffe werden nach thermischer Desorption mittels gaschromatographischer Trennung und massenspektrometrischer Bestimmung analysiert. Die gaschromatographische Trennung erfolgt unter Einsatz einer 60 m langen, schwach polaren Kapillarsäule.

Die mit DNPH derivatisierten Stoffe für die Bestimmung von Formaldehyd und anderen kurzkettigen Carbonylverbindungen (C1 - C6) werden über eine Hochleistungs-Flüssig-Chromatographie analysiert.

Mehr als 200 Verbindungen, darunter flüchtige organische Verbindungen (C6 - C16), schwerflüchtige organische Verbindungen (C16 - C22) und – soweit mit diesem Verfahren darstellbar – auch sehr flüchtige organische Verbindungen (kleiner C6) werden einzelstofflich bestimmt und quantifiziert.

Alle anderen Stoffe werden – soweit möglich – durch Vergleich mit einer Spektren-Bibliothek identifiziert. Die Quantifizierung dieser und nicht identifizierter Stoffe erfolgt durch Vergleich ihrer Signalintensität mit dem Signal von Toluol.

Die ermittelten Stoffkonzentrationen werden anhand der Wiederfindungsrate eines internen Standards (d8 Toluol) korrigiert. Die Identifizierung und Quantifizierung der Stoffe wird ab einer Konzentration (Bestimmungsgrenze) von 1 µg pro m³ Prüfkammerluft bzw. 2 µg/m³ für DNPH-derivatisierte Stoffe vorgenommen.

Qualitätssicherung

Die eco-INSTITUT Germany GmbH ist mit flexiblem Geltungsbereich gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierung umfasst die analytische Bestimmung sämtlicher flüchtiger organischer Verbindungen einschließlich Prüfkammerverfahren.

Zur Überprüfung des Analysesystems wird bei jeder Auswertung ein Standard analysiert, dessen Zusammensetzungen auf den Vorgaben der Norm prEN 16516 basiert. Die Stabilität der analytischen Systeme wird mittels Kontrollkarten über einen Teststandard dokumentiert.

In Ringversuchen, die mindestens einmal jährlich durchgeführt werden, wird die Leistungsfähigkeit des Labors durch Vergleich von Ergebnissen identischer Proben mit anderen Laboren überprüft.

Vor dem Einbringen des Prüfstückes in die Prüfkammer erfolgt eine Blindwertkontrolle auf eventuell bereits vorhandene flüchtige organische Verbindungen.