

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

Prüfbericht HoE-021/2013/281

Untersuchung des Zements „RHEODEKOR® Schnellzement“ auf die Emission von flüchtigen organischen Stoffen

Durchgeführt im Auftrag der

Chemotechnik Abstatt GmbH

Herrn Thomas Brendel

Beilsteiner Str. 38

74232 Abstatt

Holzkirchen, 4. Juni 2013

1 Geprüftes Material

1.1 Allgemeine Angaben

Interne E-Nummer:	E1952-1
Hersteller:	Chemotechnik Abstatt GmbH Beilsteiner Str. 38 74232 Abstatt
Produktname:	RHEODEKOR® Schnellzement
Allg. Beschreibung:	Schnellzement zur Herstellung heller, praktisch schwindfreier Terrazzoböden
Produktionsdatum:	5.2.2013-1

Vom Auftraggeber wurde am 04.04.2013 ein Papiersack mit 25 kg Schnellzement aus Lagerbeständen entnommen und in geschlossenem Originalgebilde am 05.04.2013 angeliefert (Bild 1). Das Alter des Produktes bei Probeneingang betrug 59 Tage. Material und Verpackung waren bei Anlieferung unbeschädigt. Die Prüfkörperherstellung erfolgte am Tag der Anlieferung.



Bild 1:
Probenmaterial.

1.2 Beschreibung des geprüften Bauproduktes

Gemäß den Herstellerangaben handelt es sich bei dem zu untersuchenden Produkt um einen Schnellzement zur Herstellung heller, praktisch schwindfreier Terrazzoböden sowie hoch strapazierfähiger, dynamisch beanspruchbarer Nutzestriche für die Sanierung von Fahrstraßen und Produktionsbereichen in Werk- und Montagehallen.

Eigenschaften laut Hersteller:

- praktisch schwindfrei
- früh schleifbar
- hoch beanspruchbar
- weißer Grundfarbton
- nicht brennbar
- rein mineralisch

Zusammensetzung laut Sicherheitsdatenblatt:

Anteil Portlandzement (chromatarm) > 20 % bis 90 %

2 Durchführung

2.1 Prüfstückherstellung

Am 05.04.2013 wurde der Papiersack geöffnet und 6 kg Schnellzement entnommen. Diese 6 kg Zement wurden mit 24 kg Sand und 2,7 Litern Wasser gründlich vermischt (Bild 2). Der Estrichsand wies eine Körnung von 0 - 8 mm auf.



Bild 2:
Prüfstückherstellung.

Der so entstandene Estrich wurde in zwei 4 cm tiefe Kunststoffwannen mit den Abmessungen 35 cm x 45 cm eingefüllt und glatt gestrichen (Bild 3). Die Rückseite und die Ränder der zwei Kunststoffwannen wurden mit Alufolie abgedichtet. Die so entstandenen Prüfstücke wurden in einer Prüfkammer unter Prüfbedingungen (23 °C, 50 % r.F.) für drei Tage getrocknet. Anschließend wurden sie in eine andere Prüfkammer überführt und die 28-tägige Untersuchung durchgeführt. Die frei emittierende Oberfläche der Prüfstücke betrug insgesamt 0,315 m².



Bild 3:
Prüfstücke in der 200L-Emissionsprüfkammer.

2.2 Versuchsdurchführung

Auf Basis des AgBB-Schemas 2012 [1] wurden die Prüfstücke einem 28-tägigen Prüfkammerexperiment nach [2] unterzogen. In Tabelle 1 finden sich die Randbedingungen des Prüfkammerexperiments. Die Parameter für die Probenahme und die angewandten Analyseverfahren [3], [4] sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Die Abbruchkriterien wurden nicht angewendet.

Tabelle 1:
Randbedingungen der Versuchsdurchführung.

Parameter	Erläuterung	Wert
Prüfkammer	Material	Edelstahl
	Volumen	200 NL
	Hersteller	IBP
Systemblindwerte der Prüfkammer inkl. leere Kunststoffwanne	Einzelsubstanz > 2 µg/m³ [Anzahl]	5
	TVOC-Wert C ₆ bis C ₁₆ [µg/m³]	28
Temperatur	equilibrierte Prüfkammer [°C]	23,0
	während der Prüfung [°C]	23 ± 1
Relative Luftfeuchte	equilibrierte Prüfkammer [%]	50
	während der Prüfung [%]	50 ± 5
Lüftungsrate	equilibrierte Prüfkammer [m³/h]	0,394
	während der Prüfung [m³/h]	0,394
Flächenspezifische Lüftungsrate	während der Prüfung [m³/(m² · h)]	0,125
Anströmgeschwindigkeit am Prüfstück	während der Prüfung [m/s]	0,1 bis 0,3
Reinluftsystem	über Aktivkohle und Partikelfilter aufgereinigte Pressluft	





Tabelle 2:
Probenahme- und Analysenverfahren.

Stoffgruppe	Probenahmezeitpunkt [d] ¹⁾	Probenvolumen [NI]	Dauer Probenahme [h]	Adsorbent	Analysenverfahren
VOC	3, 7, 28	2,0 5,0	0,33 0,83	Adsorptionsröhrchen nach Anforderung Tenax TA®	Thermodesorption, GC-MS ²⁾
Aldehyde & Ketone	3, 7, 28	60	1,0	DNPH-Kartusche "DNPH Silica" (Fa. Waters)	HPLC-DAD ³⁾

- 1) Zeitpunkt nach Beginn der Prüfung.
- 2) Qualitative und quantitative Analyse mittels GC-MS nach IBP – SAA 282/070, Kalibrierung über Flüssigdotierung der Standards auf Tenax TA™ und separaten GC-Injektor, Gaschromatograph (HP 6890) geeignet für den Betrieb mit Kapillarsäulen und mit Thermodesorber-Ankopplung (Signal-Rausch-Verhältnis von 5:1 für 1 ng Toluol) mit massenselektivem Detektor (HP 5975), Kapillarsäulen-Direkt-Interface, Quarz-Kapillarsäule (VF-5ms, 60 m x 0,32 mm I.D.).
- 3) Untersucht wird auf die DNP-Hydrazone folgender Verbindungen (nach IBP – SAA 282/072): Formaldehyd, Acetaldehyd, Acrolein, Aceton, Propionaldehyd, Butyraldehyd, 2-Butanon, Crotonaldehyd, Valeraldehyd, Isovaleraldehyd, Cyclohexanon, Hexanal, Methylisobutylketon, Benzaldehyd, o-Tolualdehyd, m-Tolualdehyd, p-Tolualdehyd, 2,5-Dimethylbenzaldehyd. Die Quantifizierung erfolgt substanzspezifisch über Fünf-Punkt-Kalibrierfunktionen der DNP-Hydrazone in Acetonitril.

Der Prüfkammerversuch wurde unter den realitätsnahen Bedingungen des Raummodells (Beladung, Temperatur, Luftwechsel) durchgeführt. Versuchsbedingt kann in der Prüfkammer der Einfluss von Senken, Sperrschichten u. ä. Effekten, wie sie in realen Räumen auftreten, nur näherungsweise nachgebildet werden. Die Ergebnisse sind vor diesem Hintergrund zu betrachten.

3 Ergebnisse

Die erhaltenen Messergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3:
Zeitabhängige, chemisch-analytische Messwerte (Mittelwerte) für die gemessenen Substanzen.

Substanz	CAS-Nr.	RT [min]	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			NIK [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ¹⁾
			3 d	7 d	28 d	
VVOC						
Formaldehyd ²⁾	50-00-0	2,3	< BG ³⁾	4	< BG ³⁾	-- ⁴⁾
Acetaldehyd	75-07-0	2,6	10	16	1	-- ⁴⁾
Aceton	67-64-1	3,4	83	70	5	-- ⁴⁾



Substanz	CAS-Nr.	RT [min]	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			NIK [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ¹⁾
			3 d	7 d	28 d	
VOC						
Essigsäure ⁵⁾	64-19-7	6,2	27	20	11	1250
Isobutanol ⁵⁾	78-83-1	8,1	15	27	3	3100
1-Butanol ⁵⁾	71-36-3	10,3	< BG ⁶⁾	4	< BG ⁶⁾	3100
1-Methoxy-2-propanol ⁵⁾	107-98-2	10,9	< BG ⁶⁾	2	< BG ⁶⁾	3700
Octan ⁵⁾	111-65-9	18,5	1	1	< BG ⁶⁾	15000
C9-Isoalkan ⁷⁾	-- ⁸⁾	19,5	< BG ⁶⁾	2	< BG ⁶⁾	6000
C9-Isoalkan ⁷⁾	-- ⁸⁾	21,6	1	2	< BG ⁶⁾	6000
Ethylbenzol ⁵⁾	100-41-4	21,8	1	2	< BG ⁶⁾	4400
C9-Isoalkan ⁷⁾	-- ⁸⁾	21,9	1	2	< BG ⁶⁾	6000
m-/p-Xylol ⁵⁾	108-38-3	22,2	3	5	< BG ⁶⁾	2200
Nonan ⁵⁾	111-84-2	23,2	4	5	< BG ⁶⁾	6000
C10-Isoalkan ⁷⁾	-- ⁸⁾	24,6	1	1	< BG ⁶⁾	6000
Cycloalkan ⁹⁾	-- ⁸⁾	24,8	1	1	< BG ⁶⁾	-- ⁴⁾
C10-Isoalkan ⁷⁾	-- ⁸⁾	25,7	1	1	< BG ⁶⁾	6000
C10-Isoalkan ⁷⁾	-- ⁸⁾	25,8	1	1	< BG ⁶⁾	6000
C10-Isoalkan ⁷⁾	-- ⁸⁾	26,1	1	2	< BG ⁶⁾	6000
2,2,4,6,6-Pentamethylheptan ⁷⁾	13475-82-6	26,9	1	2	< BG ⁶⁾	6000
n-Decan ⁵⁾	124-18-5	27,2	2	3	< BG ⁶⁾	6000
Isoalkan ⁷⁾	-- ⁸⁾	29,2	1	5	< BG ⁶⁾	6000

- 1) NIK: Niedrigste interessierende Konzentration, Angabe lt. NIK-Liste Stand 2012.
- 2) Identifizierung und Quantifizierung mittels HPLC/DAD-Referenzsubstanz.
- 3) Kammerkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG Formaldehyd 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- 4) Keine NIK festgelegt.
- 5) Identifizierung und Quantifizierung mittels Referenzsubstanz, GC/MS.
- 6) Kammerkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG Toluol 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- 7) Substanzähnliche Quantifizierung, Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek.
- 8) Keine CAS-Nummer vorhanden.
- 9) Quantifizierung als Toluoläquivalent, Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek.

Die Messergebnisse wurden einer Bewertung gemäß dem AgBB-Schema, Stand 2012 unterzogen [1]. Für die Auswertung der Ergebnisse und die Errechnung der R-Werte wurde die NIK-Liste 2012 zu Grunde gelegt [1]. In die Summenbewertung gehen alle Stoffe ab einer Einzelstoffkonzentration $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ein (Tabelle 4).

Tabelle 4:
Bewertung des Zements „RHEODEKOR® Schnellzement“ nach dem AgBB-Schema.



Ergebnisüberblick	3 Tage			28 Tage	
	Ergebnis [µg/m³]	Anforderung [mg/m³]	Abbruch- kriterien [mg/m³]	Ergebnis [µg/m³]	Anforderung [mg/m³]
TVOC (C ₆ – C ₁₆)	42	≤ 10	≤ 0,3	11	≤ 1,0
Summe SVOC (C ₁₆ – C ₂₂)	0	keine	≤ 0,03	0	≤ 0,1
Summe R _i [dimensionslos]	0,026	keine	≤ 0,5	0,009	≤ 1
Summe VOC _{o. NIK}	0	keine	≤ 0,05	0	≤ 0,1
Summe Cancerogene	0	≤ 0,01	≤ 0,001	0	≤ 0,001
Formaldehyd	< 2	keine	≤ 0,060	< 2	≤ 0,120
Summe VVOC	93	keine	keine	5	keine
TVOC (C ₆ – C ₁₆) als Toluoläquivalent	14	keine	keine	0	keine

Außerdem wurden die Messergebnisse (t = 28 d) einer Bewertung gemäß der französischen VOC-Verordnung unterzogen [5]. In die TVOC-Bewertung gehen alle Stoffe ab einer Einzelstoffkonzentration ≥ 1 µg/m³ ein (Tabelle 5).

Tabelle 5:
Bewertung des Zements „RHEODEKOR® Schnellzement“ nach der französischen VOC-Verordnung.

Substanz / Summenwert	Emissionsklasse [µg/m³]				Ergebnis [µg/m³]
	C	B	A	A+	
Formaldehyd	>120	<120	<60	<10	< 2
Acetaldehyd	>400	<400	<300	<200	< 1
Toluol	>600	<600	<450	<300	< 1
Tetrachlorethen	>500	<500	<350	<250	< 1
Xylol (Summe m-, p-, o-)	>400	<400	<300	<200	< 1
1,2,4-Trimethylbenzol	>2000	<2000	<1500	<1000	< 1
1,4-Dichlorbenzol	>120	<120	<90	<60	< 1
Ethylbenzol	>1500	<1500	<1000	<750	< 1
2-Butoxyethanol	>2000	<2000	<1500	<1000	< 1
Styrol	>500	<500	<350	<250	< 1
TVOC	>2000	<2000	<1500	<1000	14



4 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden:

- An Tag 3, Tag 7 und Tag 28 des Prüfkammerexperiments konnte mit dem angewandten Untersuchungsverfahren kein cancerogener Stoff gemäß AgBB-Schema nachgewiesen werden.
- Der Emissionsgrenzwert für Formaldehyd von $\leq 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ / $\leq 0,1 \text{ ppm}$ (siehe Zulassungsgrundsätze DIBt [6]) wird eingehalten.
- Der geprüfte Zement „RHEODEKOR® Schnellzement“ erfüllt die Anforderungen des AgBB-Schemas für die Verwendung von Bauprodukten in Innenräumen.
- Der geprüfte Zement „RHEODEKOR® Schnellzement“ entspricht nach der französischen VOC-Verordnung der Emissionsklasse A+.

5 Literaturverzeichnis

- [1] AgBB-Schema, Stand Juni 2012:
http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/dokumente/agbb_bewertungsschema_2012.pdf.
- [2] DIN EN ISO 16000-9: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen - Emissionsprüfkammer-Verfahren (ISO 16000-9:2008); Deutsche Fassung EN ISO 16000-9:2008.
- [3] DIN ISO 16000-6: 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 (ISO 16000-6:2012-11).
- [4] DIN ISO 16000-3: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen in der Innenraumluft und in Prüfkammern; Probenahme mit einer Pumpe (ISO 16000-3:2013-01).
- [5] Décret no 2011-321 du 23 mars 2011 et Arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.
- [6] Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen – Stand Oktober 2010, http://www.dibt.de/de/data/Aktuelles_Ref_II_4_6.pdf.

Hinweis:

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchte Probe und Charge. Das Probenmaterial wird nach Abschluss der Prüfung für drei Monate bei Raumtemperatur gelagert und dann beseitigt.

Die Prüfung wurde im Prüflabor Feuchte, Mörtel, Strahlung, Emissionen durchgeführt, das nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 von der DAkkS mit der Nr. D-PL-11140-11-02 flexibel akkreditiert ist.

Dieser Prüfbericht besteht aus

9 Seiten Text,
5 Tabellen und
3 Bildern.

**Auszugsweise Veröffentlichung nur mit
schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik gestattet.**



Holzkirchen, den 4. Juni 2013

Leiter des Prüflabors

Bearbeiter

Dr.-Ing.
Martin Krus

Dipl.-Ing. (FH)
Sabine Mair