

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

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

Prüfbericht HoE-011/2014

## Untersuchung des Schnellzements THERMORAPID® CLASSIC auf die Emissionen flüchtiger organischer Stoffe

Durchgeführt im Auftrag der

Chemotechnik Abstatt GmbH

Beilsteiner Straße 38

74232 Abstatt

Holzkirchen, 25. August 2014

Auszugsweise Veröffentlichung nur mit  
schriftlicher Genehmigung des Fraun-  
hofer-Instituts für Bauphysik gestattet.

# 1 Geprüftes Material

## 1.1 Allgemeine Angaben

Interne E-Nummer:	E2206-1
Hersteller:	Chemotechnik Abstatt GmbH
Produktname:	Thermorapid® Classic Schnellzement
Allg. Beschreibung:	Schnellzement für früh belegbare, formstabile und wasserfeste Unterlagestriche
Artikel-Nummer:	CT-C35-F5
Chargen-Nummer	TM2 06.06.14-4
Produktionsdatum:	06.06.2014

Von einem Beauftragten des Auftraggebers (Herrn Heidecker) wurde ein Sackgebinde mit 25 kg Schnellzement am 03.07.2014 aus Lagerbeständen entnommen und zusammen mit 25 kg Zuschlag (Kiessand) am 04.07.2014 angeliefert (Bild 1). Das Alter des Produktes bei Probeneingang betrug 28 Tage. Material und Verpackung waren bei Anlieferung unbeschädigt. Die Prüfkörperherstellung erfolgte am Tag der Anlieferung durch den Beauftragten des Herstellers.

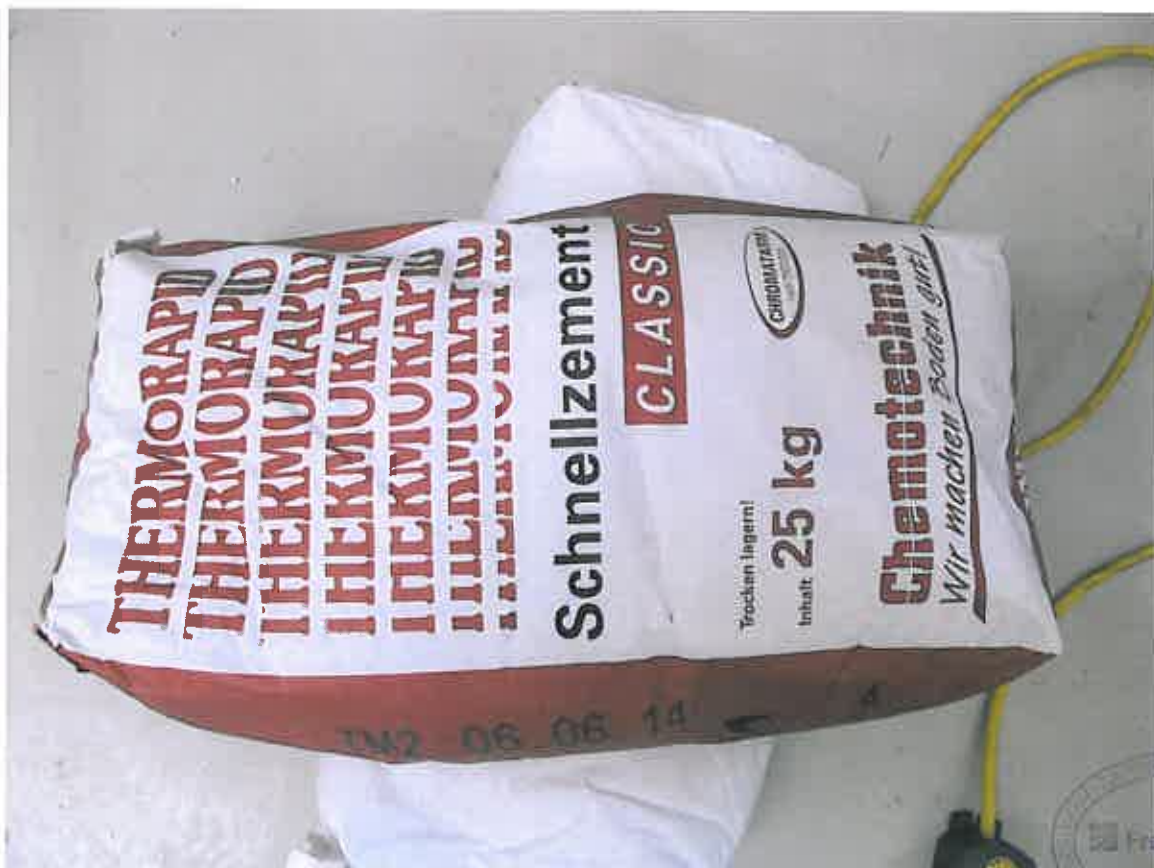


Bild 1:  
Probenmaterial.



## 1.2 Beschreibung des geprüften Bauproduktes

Gemäß den Herstellerangaben handelt es sich bei dem zu untersuchenden Produkt um einen Schnellzement für früh belegbare, formstabile und wasserfeste Unterlagestriche. Der Materialverbrauch beträgt  $4 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot 10 \text{ mm Dicke})$ .

Zusammensetzung laut Sicherheitsdatenblatt des Herstellers:

- Portlandzement, chromatarm nach TRGS 613

Weitere Angaben liegen nicht vor.

## 2 Durchführung

### 2.1 Prüfstückherstellung

Die Prüfstückherstellung erfolgte durch den Beauftragten des Auftraggebers in den Räumen des IBP. Am 04.07.2014 wurde das Sackgebinde geöffnet. 6,25 kg Schnellzement und 25 kg Kiessand wurden mit 2,8 kg demineralisiertem Wasser angemischt. Die Mischung wurde auf zwei Kunststoffschalen ( $0,45 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$ ), deren Außenseiten mit Aluminiumfolie abgedeckt waren, aufgeteilt. Das Nassgewicht des Estrichs betrug 11,16 kg bzw. 11,58 kg (Bild 2).



Bild 2:  
Prüfstückherstellung.

Die frei emittierende Oberfläche beider Prüfstücke betrug zusammen 0,315 m<sup>2</sup>, die Temperatur des hergestellten Estrichs 25,2 °C. Beide Prüfstücke wurden bei einer Temperatur von 23 °C 3 Tage lang in einer Emissionsprüfkammer getrocknet.

Am 07.07.2014 wurden die Prüfstücke in eine andere Prüfkammer überführt und die 28-tägige Untersuchung begonnen.



Bild 3:  
Prüfstücke in der 200 L-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 Prüfkammerexperimentes. 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 L
	Hersteller	IBP
Systemblindwerte der Prüfkammer inkl. leere Kunststoffwanne	Einzelstoff > 2 µg/m <sup>3</sup> [Anzahl]	1
	TVOC-Wert C <sub>6</sub> bis C <sub>16</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	3
Temperatur	equilibrierte Prüfkammer [°C]	23,0
	während der Prüfung [°C]	23 ± 1
Relative Luftfeuchte	equilibrierte Prüfkammer [%]	47
	während der Prüfung [%]	50 ± 5
Lüftungsrate	equilibrierte Prüfkammer [m <sup>3</sup> /h]	0,39
	während der Prüfung [m <sup>3</sup> /h]	0,39
Flächenspezifische Lüftungsrate	während der Prüfung [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> · h)]	1,25
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] <sup>1)</sup>	Probenvolumen [nl]	Dauer Probenahme [h]	Adsorbent	Analysenverfahren
VOC	3, 7, 28	2,0 5,0	0,33 0,83	Adsorptionsröhrchen nach Anforderung Tenax TA <sup>®</sup>	Thermodesorption, GC-MS <sup>2)</sup>
Aldehyde & Ketone	3, 7, 28	60	1,0	DNPH-Kartusche "DNPH Silica" (Fa. Waters)	HPLC-DAD <sup>3)</sup>

- 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<sup>™</sup>, Gaschromatograf geeignet für den Betrieb mit Kapillarsäulen und mit Thermodesorber-Ankopplung (Signal-Rausch-Verhältnis von 5:1 für 1 ng Toluol) mit massenselektivem Detektor, Kapillarsäulen-Direkt-Interface, Quarz-Kapillarsäule.
- 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 (Belastung, 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 Stoffkonzentrationen.

Stoff	CAS-Nr.	RT [min]	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			NIK [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] <sup>1)</sup>
			3 d	7 d	28 d	
<b>VVOC</b>						
Acetaldehyd <sup>2)</sup>	75-07-0	2,60	3	2	2	-- <sup>3)</sup>
<b>VOC</b>						
1-Butanol <sup>4)</sup>	71-36-3	6,4	2	2	< BG <sup>5)</sup>	3100
Benzylalkohol <sup>4)</sup>	100-52-7	21,8	1	< BG <sup>5)</sup>	< BG <sup>5)</sup>	440
C11-Isoalkan <sup>6)</sup>	-- <sup>8)</sup>	27,0	< BG <sup>5)</sup>	1	< BG <sup>5)</sup>	6000
<b>SVOC</b>						
-- <sup>7)</sup>	-- <sup>8)</sup>	--	--	--	--	-- <sup>3)</sup>

- 1) NIK: Niedrigste interessierende Konzentration, Angabe lt. NIK-Liste Stand 2012.
- 2) Identifizierung und Quantifizierung mittels HPLC-DAD über Referenzsubstanzen
- 3) Keine NIK festgelegt
- 4) Identifizierung und Quantifizierung mittels Referenzsubstanz, GC/MS.
- 5) Kammerkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG Toluol 0,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- 6) Identifizierung über GC-MS-Spektrenbibliothek, substanzähnliche Quantifizierung.
- 7) Es wurde kein Vertreter dieser Substanzgruppe in einer Kammerluftkonzentration > BG nachgewiesen.
- 8) Keine CAS-Nummer verbunden

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 Schnellzements Thermorapid® Classic 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 <sub>6</sub> – C <sub>16</sub> )	0	≤ 10	≤ 0,3	0	≤ 1,0
Summe SVOC (C <sub>16</sub> – C <sub>22</sub> )	0	keine	≤ 0,03	0	≤ 0,1
Summe R <sub>i</sub> [dimensionslos]	0	keine	≤ 0,5	0	≤ 1
Summe VOC <sub>o, NIK</sub>	0	keine	≤ 0,05	0	≤ 0,1
Summe Cancerogene	0	≤ 0,01	≤ 0,001	0	≤ 0,001
Formaldehyd	0	keine	≤ 0,060	0	≤ 0,120
Summe VVOC	3	keine	keine	2	keine
TVOC (C <sub>6</sub> – C <sub>16</sub> ) als Toluoläquivalent	0	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 Schnellzements Thermorapid® Classic nach der französischen VOC-Verordnung.

Stoff / Summenwert	Emissionsklasse [µg/m³]				Ergebnis [µg/m³]
	C	B	A	A+	
Formaldehyd	>120	<120	<60	<10	0
Acetaldehyd	>400	<400	<300	<200	2
Toluol	>600	<600	<450	<300	0
Tetrachlorethen	>500	<500	<350	<250	0
Xylol (Summe m-, p-, o-)	>400	<400	<300	<200	0
1,2,4-Trimethylbenzol	>2000	<2000	<1500	<1000	0
1,4-Dichlorbenzol	>120	<120	<90	<60	0
Ethylbenzol	>1500	<1500	<1000	<750	0
2-Butoxyethanol	>2000	<2000	<1500	<1000	0
Styrol	>500	<500	<350	<250	0
TVOC	>2000	<2000	<1500	<1000	0

## 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 des DIBt [6]) wird eingehalten.
- Die geprüfte Produkt Schnellzement Thermorapid® Classic erfüllt die Anforderungen des AgBB-Schemas für die Verwendung von Bauprodukten in Innenräumen.
- Die geprüfte Produkt Schnellzement Thermorapid® Classic 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\\_bewertung-schema\\_2012.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/dokumente/agbb_bewertung-schema_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](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.

Holzkirchen, den 25. August 2014

Leiter des Prüflabors

Dr.-Ing.  
Martin Krus

Bearbeiter

Dr.-Ing.  
Christian Scherer

