

**Kiwa Polymer Institut GmbH**  
Quellenstraße 3  
65439 Flörsheim-Wicker  
Tel. +49 (0)61 45 - 5 97 10  
Fax +49 (0)61 45 - 5 97 19  
[www.kiwa.de](http://www.kiwa.de)

# Prüfbericht

## P 8450-2

Prüfauftrag:

**Erstprüfung nach DIN EN 1504-2 / DIN V 18026**  
der  
**Klasse OS 4 (OS C)**  
von  
**Betofix-Spachtel / Betonacryl**

Auftraggeber:

**Remmers Baustofftechnik GmbH**  
**Bernhard-Remmers-Straße 13**  
**49624 Löningen**

Bearbeiter:

**J. Magner**  
**Dipl.-Ing. (FH) E. Grenz**

Bearbeitungszeitraum:

**Januar 2014 – Mai 2014**

Datum des Prüfberichtes:

**17.06.2014**

Dieser Prüfbericht umfasst:

**22 Seiten, einschließlich Anhang 1-2**  
**3 Anlagen**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.  
Die auszugsweise Veröffentlichung des Prüfberichtes und Hinweise auf Prüfungen zu Werbezwecken bedarf in jedem Einzelfalle unserer schriftlichen Einwilligung.

## I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

<b>1</b>	<b>VORGANG .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PROBENEINGANG .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>PROBEKÖRPERHERSTELLUNG.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>PRÜFUNGEN .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1</b>	<b>Prüfungen an den Ausgangsstoffen .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Infrarotspektrum.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Dichte .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Thermogravimetrische Analyse .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Flüchtige und nichtflüchtige Anteile.....</b>	<b>8</b>
<b>4.1.5</b>	<b>Viskosität.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2</b>	<b>Prüfungen der freien Filmen und Verbundkörpern .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei <math>T_{NORM}</math>; Beschichten bei <math>T_{NORM}</math> .....</b>	<b>10</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei <math>T_{NORM}</math>; Beschichten bei <math>T_{MAT}</math>.....</b>	<b>11</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Gewitterregenbeanspruchung und Frost-Tausalzwechselbeanspruchung mit Tausalzangriff .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Visuelle Beurteilung nach Bewitterung.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.5</b>	<b>Kohlendioxid-Durchlässigkeit .....</b>	<b>14</b>
<b>4.2.6</b>	<b>Wasserdampf-Durchlässigkeit .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2.7</b>	<b>Kapillare Wasseraufnahme und Wasserdurchlässigkeit.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2.8</b>	<b>Brandverhalten .....</b>	<b>17</b>
<b>4.2.9</b>	<b>Schichtdicken .....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>19</b>
	<b>Anhang 1 .....</b>	<b>20</b>
	<b>Anhang 2 .....</b>	<b>21</b>

## 1 VORGANG

Das Polymer Institut wurde von der Remmers Baustofftechnik GmbH, Löningen, mit der Erstprüfung an einem Oberflächenschutzsystem

### Betofix-Spachtel / Betonacryl

nach DIN EN 1504-2 „*Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definition, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität - Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton*“ unter Berücksichtigung der Anforderungen an ein System der Klasse

**OS 4 (OS C)**

gemäß DIN V 18026 „*Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2*“, Juni 2006 beauftragt.

Das Oberflächenschutzsystem besteht aus folgenden Stoffen:

#### Übersicht: Stoffbeschreibung

Stoffe	Beschreibung *
Betofix-Spachtel	Kratz- und Ausgleichsspachtelung
Betonacryl	Acryl-Methacrylsäureester-Copolymer-Dispersion

\* nach Angaben des Auftraggebers

#### Umfang der Prüfungen

Die folgenden Prüfungen an den Stoffen sowie am System wurden gemäß Tabelle 3 und Tabelle 9 der DIN V 18026 durchgeführt:

- Prüfungen an den Ausgangsstoffen, den angemischten und erhärteten Stoffen
- Prüfungen an den Verbundkörpern

Gemäß DIN V 18026 Abschnitt 4 „*Anforderungen für Oberflächenschutzsysteme für Beton*“ gelten für die Bindemittelgruppen, den Regelaufbau und die Schichtdicken die Festlegungen der Richtlinie „*Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton*“, Ausgabe Oktober 2001 inklusive 2. Berichtigung Dezember 2005.

#### Anhang

Eine zusammenfassende Beurteilung des Oberflächenschutzsystems im Hinblick auf die Anforderungen der DIN V 18026 ist den Anhängen 1-2 zu entnehmen.

## 2 PROBENEINGANG

Per Spedition wurden die in der folgenden Tabelle aufgeführten Proben am 15.01.2014 im Polymer Institut angeliefert.

*Tabelle 1: Probeneingang*

Nr.	Stoff	Charge	Menge
1	Betofix-Spachtel	13696258	25 kg
2	Betonacryl	13587587	5 L

## 3 PROBEKÖRPERHERSTELLUNG

Die Grundkörper wurden von einem Mitarbeiter des Polymer Institutes unter Normbedingungen  $T_{NORM}$  gemäß DIN EN 23270 bzw. bei Mindestanwendungstemperatur  $T_{MAT}$  ( $8^{\circ}\text{C} / 85\% \text{ r. F.}$ ) in horizontaler Lage beschichtet. Die Stoffe lagerten bereits 24 h vor der Applikation im Applikationsklima.

Der Aufbau und die Verbrauchsmengen gehen aus den Tabellen 2 bis 3 hervor.

*Tabelle 2: Herstellung der Verbundkörper*

Grundkörper	Materialverbrauch in [g/m <sup>2</sup> ] - Mittelwerte -		
	Betofix-Spachtel	Betonacryl	
		1. Lage	2. Lage
Betonplatten			
Kalksandstein	ca. 3650		je ca. 260
Faserzementplatten			
Applikationsgerät	Glättkelle	Rolle	
Wartezeiten	5 Tage <sup>1)</sup>	1 Tag	1 Tag

<sup>1)</sup> Der Feinspachtel wurde nach ca. 45 Minuten abgeföhrt und mit feuchten Tüchern und Folie abgedeckt. Tücher und Folie wurden ca. 30 min vor dem Applizieren der weiteren Arbeitsgänge entfernt.

Tabelle 3: Herstellung der freien Filme

Grundkörper	Materialverbrauch in [g/m <sup>2</sup> ] - Mittelwerte -	
	1.Lage	2.Lage
teflonbeschichtete Glasplatte	ca. 270	ca. 270
Applikationsgerät	Rolle	Rolle
Wartezeiten	1 Tag	

Übersicht: Verwendete Grundkörper

Prüfung	Substrat	Abmessungen (l x b x h)
Kohlendioxid- / Wasserdampfdurchlässigkeit	freie Filme	Ø 90 mm
Kapillare Wasseraufnahme	Kalksandsteine	240 mm x 115 mm 25 mm
Haftzugfestigkeit	Betonplatten MC (0,40)	gemäß DIN EN 1766
Abreißfestigkeit/Gitterschnittprüfung	Betonplatten MC (0,40)	gemäß DIN EN 1766
Brandverhalten	Faserzementplatten	auf die jeweilige Probendimension geschnitten
Künstliche Bewitterung	Faserzementplatten	auf die jeweilige Probendimension geschnitten

## 4 PRÜFUNGEN

Soweit nicht anders angegeben, erfolgte die Lagerung der Geräte, Stoffe und Verbundkörper sowie die Durchführung der Prüfungen bei Normbedingungen gemäß DIN EN 23270.

### 4.1 Prüfungen an den Ausgangsstoffen

Die Durchführung der Prüfungen erfolgte gemäß den nachfolgend genannten Prüfverfahren an den Stoffen gemäß Probeneingang der Tabelle 1.

*Übersicht: Prüfungen an den Ausgangsstoffen*

Art der Prüfung	Prüfverfahren <sup>1)</sup>	Bild/Anlage
4.1.1 Infrarotspektrum	DIN EN 1767	1 - 2
4.1.2 Dichte	DIN EN ISO 2811-2	-
4.1.3 Thermogravimetrische Analyse	DIN EN ISO 11358	3 - 4
4.1.4 Flüchtige und nichtflüchtige Anteile	DIN EN ISO 3251	-
4.1.5 Viskosität: dynamische	DIN EN ISO 3219	5

<sup>1)</sup> Tabelle 9 der DIN V 18026

#### 4.1.1 Infrarotspektrum

Die Infrarotspektren (s. Anlage 1, Bilder 1 - 2 ) wurden unter Einhaltung der nachfolgenden Prüfbedingungen aufgenommen.

Norm: DIN EN 1767:09-1999 „Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Infrarotanalyse“

Prüfgerät: FTIR-Spektrometer, Fa. Varian (Varian 3600 FT-IR Excalibur)

Aufnahmetechnik: horizontale ATR-Technik, Probenträger Golden Gate-Diamant ( $4000\text{-}500\text{ cm}^{-1}$ )

Auflösung:  $4\text{ cm}^{-1}$

Die Vorbehandlung der Proben geht aus folgender Tabelle hervor.

Tabelle 4: Infrarotspektroskopie - Vorbehandlung der Proben

Stoff	Vorbehandlung	Bild / Anlage 1
Betofix-Spachtel	Dichlormethanextrakt	1
Betonacryl	Dichlormethanextrakt	2

#### 4.1.2 Dichte

Die Dichte wurde nach DIN EN ISO 2811-2:06-2011 „Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Dichte - Teil 2: Tauchkörper-Verfahren“ in je zwei Einzelversuchen mit einer Dichtekugel (10 cm<sup>3</sup>) bei 23 °C ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Dichte

Stoff	Einzelwerte [g/cm <sup>3</sup> ]	Mittelwert [g/cm <sup>3</sup> ]
Betonacryl	1,365 ; 1,367	<b>1,366</b>

#### 4.1.3 Thermogravimetrische Analyse

Die thermogravimetrische Analyse wurde unter Einhaltung der nachfolgenden Prüfbedingungen durchgeführt.

Norm:	DIN EN ISO 11358:11-1997 „Kunststoffe-Thermogravimetrie von Polymeren - Allgemeine Grundlagen“
Prüfgerät:	Thermoanalysestation TG 209 F3 Tarsus, Fa. Netzsch
Temperaturbereich:	35 °C bis 900 °C
Aufheizrate:	10 K/min
Kalibriersubstanz:	Calciumoxalat
Vorbehandlung:	keine
Probenhalterung:	Aluminiumoxid, Außendurchmesser 6,7 mm
Temperaturfühler:	Thermoelement innerhalb der Probenhalterung
Atmosphäre:	N <sub>2</sub> , 20 ml/min

Die Einwaagen, Gesamtmasseverluste und die Rückstände sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 6: Thermogravimetrische Analyse

Stoff	Einwaage [mg]	Gesamtmasse- verlust bei 600 °C [M.-%]	Rückstand [M.-%]	Bild in Anlage 1
Betofix-Spachtel	58,7	9,5	90,5	3
Betonacryl	36,4	42,3	57,7	4

Die Thermogramme (TG- und DTG-Kurve) sind den Bildern 3 - 4 der Anlage 1 zu entnehmen.

#### 4.1.4 Flüchtige und nichtflüchtige Anteile

Der Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen der angemischten Stoffe wurde gemäß DIN EN ISO 3251:06-2008 „*Beschichtungsstoffe und Kunststoffe - Bestimmung des Gehaltes an nichtflüchtigen Anteilen*“ nach 24-stündiger Lagerung bei Normbedingungen gemäß DIN 23270 und anschließender 3-stündiger Trocknungszeit bei 105 °C ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 7: Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen

Stoff	Einzelwerte [M.-%]	Mittelwert [M.-%]
Betonacryl	58,5 ; 58,5 ; 58,4	<b>58,5</b>

#### 4.1.5 Viskosität

Die dynamische Viskosität wurde unter Einhaltung der nachfolgenden Prüfbedingungen in einer Doppelbestimmung durchgeführt.

Norm: DIN EN ISO 3219:10-1994 „*Kunststoffe-Polymer-Harze in flüssigem, emulgiertem oder dispergiertem Zustand – Bestimmung der Viskosität mit einem Rotationsviskosimeter bei definiertem Geschwindigkeitsgefälle*“

Prüfgerät: Rotationsviskosimeter der Fa. Anton Paar (Typ MCR 51)

Messsystem: CP50-1

Erhöhung der Scherrate: konstant

Auswertung/Messzeit: automatische Interpolation, bei einer Scherrate

Tabelle 8: Dynamische Viskosität

Stoff	Geschwindigkeits- gefälle	dynamische Viskosität <sup>1)</sup> [mPas]	
	[s <sup>-1</sup> ]	Einzelwerte	Mittelwert
Betonacryl	3000	160 ; 170	<b>170</b>

<sup>1)</sup> gerundet auf 10 mPas

Das Diagramm ist dem Bild 5 der Anlage 1 zu entnehmen.

## 4.2 Prüfungen der freien Filmen und Verbundkörpern

Die folgenden Prüfungen wurden an den freien Filmen und Verbundkörpern durchgeführt:

*Übersicht: ausgeführte Prüfungen*

Kapitel <sup>1)</sup>	Prüfung	Prüfung nach <sup>2)</sup>
4.2.1	Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei $T_{NORM}$	DIN EN 1542 / DIN EN ISO 2409
4.2.2	Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei $T_{NORM}$ ; (Beschichten bei $T_{MAT}$ )	DIN EN 1542 / DIN EN ISO 2409
4.2.3	Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Temperaturwechsel- und Frost-Tausalz- Beanspruchung (Beschichten bei $T_{MAT}$ )	DIN EN 13687-2 DIN EN 13687-1
4.2.4	Visuelle Beurteilung nach Bewitterung	DIN EN 1062-11 / DIN EN ISO 4892-3
4.2.5	Kohlendioxid-Durchlässigkeit	DIN EN 1062-6
4.2.6	Wasserdampf-Durchlässigkeit	DIN EN 7783-1
4.2.7	Kapillare Wasseraufnahme	DIN EN 1062-3
4.2.8	Schichtdicken	<sup>3)</sup>
4.2.9	Brandverhalten nach Aufbringung	DIN EN 11925-2 / DIN EN 13501-1

<sup>1)</sup> im vorliegenden Prüfbericht

<sup>2)</sup> gemäß Tabelle 3 DIN V 18026

<sup>3)</sup> nach Instandsetzungsrichtlinie Teil 4: Prüfverfahren

### Abreißfestigkeit

Im Anschluss an die Lagerungen und Rekonditionierungen wurde an den beschichteten Betonplatten die Abreißfestigkeit nach DIN EN 1542 „*Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch*“: Juli 1999, durchgeführt. Hierbei wurden Stahlstempel ( $\varnothing 50 \pm 0,5$  mm und Dicke 30 mm) mit einem lösemittelfreien 2K-Polyurethankleber auf die Beschichtung aufgeklebt. Die Abreißprüfungen wurden mit einem kalibrierten Zugprüfgerät der Firma Freundl, Typ Easy-M, unter konstantem Lastanstieg von 100 N/s durchgeführt.

### Gitterschnittprüfung

Die Prüfung des Gitterschnittkennwertes erfolgte nach DIN EN ISO 2409 „*Beschichtungsstoffe - Gitterschnittprüfung*“ mit einem Schneidenabstand von 4 mm.

### Beurteilung von Beschichtungsschäden

Zur Beurteilung von Rissen, Blasen oder Ablösungen wurden die Kennwerte gemäß DIN EN ISO 4628 ff „Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen“ herangezogen:

*Teil 1: Allgemeine Einführung und Bewertungssystem*

*Bewerten der Intensität von Veränderungen*

*(Glanz, Farbe, Quellung, Schrumpfung)*

*0 = nicht verändert und 5 = sehr starke Veränderung*

*Teil 2: Bewertung des Blasengrades*

*0(S0) = keine Blasen und 5(S5) = viele Blasen (Größe maximal)*

*Teil 4: Bewertung des Rissgrades*

*0(S0) = keine Risse und 5(S5) = sehr viele und breite Risse*

#### **4.2.1 Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei $T_{NORM}$ ; Beschichten bei $T_{NORM}$**

Die Applikation und die Lagerung bis zur Prüfung erfolgte bei Normbedingungen gemäß DIN EN 23270. Die Abreißprüfungen erfolgten nach DIN EN 1542.

*Tabelle 9: Abreißfestigkeit nach Lagerung bei  $T_{NORM}$ ; Beschichten bei  $T_{NORM}$   
BetoFix-Spachtel / Betonacryl*

Probe	Nr.	Abreiß-festigkeit [MPa]	Bruchfläche [%]			Gitter-schnitt o.T. / m.T. *
			A/B	B	B/C	
1	1	2,09	-	10	90	Gt 0 / Gt 0
	2	2,89	-	100	-	
	3	3,33	-	100	-	
	4	3,45	-	20	80	
	5	3,35	10	60	30	
<b>Mittelwert</b>		<b>3,0</b>				
kleinster Einzelwert		2,1				

\* ohne Tape-Test/mit Tape-Test

*Legende:*

*A/B: Adhäsionsbruch zwischen Beton und BetoFix-Spachtel*

*B: Kohäsionsbruch im Stoff BetoFix-Spachtel*

*B/C: Adhäsionsbruch zwischen BetoFix-Spachtel und Betonacryl*

#### 4.2.2 Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei $T_{NORM}$ ; Beschichten bei $T_{MAT}$

Die Applikation der Beschichtungssysteme erfolgte bei  $T_{MAT}$  ( $8^{\circ}\text{C}/85\% \text{ r. F.}$ ). Nach 2 Tagen Lagerung bei  $T_{MAT}$  erfolgte die weitere Konditionierung der Probekörper bis zur Prüfung bei Normbedingungen gemäß DIN EN 23270. Die Abreißprüfungen erfolgten nach DIN EN 1542.

*Tabelle 10: Abreißfestigkeit nach Lagerung bei  $T_{NORM}$ , Beschichten bei  $T_{MAT}$   
Betofix-Spachtel / Betonacryl*

Probe	Nr.	Abreiß-festigkeit [MPa]	Bruchfläche [%]		Gitter-schnitt o.T. / m.T. *
			B	B/C	
2	1	3,12	100	-	Gt 0 / Gt 0
	2	3,05	100	-	
	3	3,19	90	10	
	4	3,18	80	20	
	5	3,56	100	-	
<b>Mittelwert</b>		<b>3,2</b>			
kleinster Einzelwert		3,1			

\* ohne Tape-Test/mit Tape-Test

Legende:

A/B: Adhäsionsbruch zwischen Beton und Betofix-Spachtel  
B: Kohäsionsbruch im Betofix-Spachtel

Risse, Blasen oder Ablösungen konnten zu keinem Zeitpunkt festgestellt werden.

#### 4.2.3 Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Gewitterregenbeanspruchung und Frost-Tausalzwechselbeanspruchung mit Tausalzangriff

Die Gewitterregensimulation erfolgte gemäß DIN EN 13687-2 „*Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren; Bestimmung der Temperaturwechselverträglichkeit - Teil 2: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock)*“: Mai 2002 und die anschließende Temperaturwechsellagerung mit Tausalzeinfluss nach DIN EN 13687-1 „*Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren; Bestimmung der Wärmeverträglichkeit - Teil 1: Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff*“: Mai 2002. Während Unterbrechungen der Wechsellagerung lagerten die Probekörper im Wasser.

Zur Beurteilung von Rissen, Blasen oder Ablösungen wurden die Kennwerte gemäß DIN EN ISO 4628 ff „*Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen*“ herangezogen.

Durch Inaugenscheinnahme nach Beendigung der Gewitterregensimulation und der Temperaturwechselbeanspruchung konnten keine Risse, Blasen oder Ablösungen festgestellt werden (Risse "0", Blasengrad "0(SO)").

Bis zur Prüfung der Haftzugfestigkeit wurden die Probekörper 7 Tage bei Normbedingungen gemäß DIN EN 23270 rekonditioniert.

*Tabelle 11: Abreißfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung und Beschichtung bei  $T_{MAT}$  - Betofix-Spachtel / Betonacryl*

Probe	Nr.	Abreißfestigkeit [MPa]	Bruchfläche [%]		Gitterschnitt o.T. / m.T. *
			A/B	B	
3	1	3,54	60	40	Gt 1 / Gt 1
	2	2,76	-	100	
	3	3,14	-	100	
	4	3,39	60	40	
	5	2,88	10	90	
4	1	2,53	10	90	Gt 1 / Gt 1
	2	2,15	20	80	
	3	3,67	80	20	
	4	3,17	70	30	
	5	3,66	80	20	
<b>Mittelwert</b>		<b>3,1</b>			
kleinster Einzelwert		2,2			

\* ohne Tape-Test/mit Tape-Test

A/B: Adhäsionsbruch zwischen Beton und Betofix Spachtel

B: Kohäsionsbruch im Betofix Spachtel

#### 4.2.4 Visuelle Beurteilung nach Bewitterung

Zwei gemäß Kapitel 3 dieses Prüfberichtes beschichtete Faserzementplatten wurden einer künstlichen Bewitterung ausgesetzt.

Abweichend von der DIN EN 1062-11 „Beschichtungsstoffe - Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich – Teil 11: Verfahren für die Konditionierung vor der Prüfung“- Oktober 2002, Abschnitt 4.2 wurden die Probekörper nach EOTA TR 010 – 2004-05: “Exposure procedure for artificial weathering”, exposure conditions „S“ for fluorescent UV weathering apparatus, belastet.

##### Versuchsparameter

Prüfgerät:	Fa. Weiss Global-UV Testgerät UV3-200
Lampentyp:	UV-Leuchtstofflampen Typ 1 A (UV-A-340) gemäß EN ISO 4892-3
UV-Bestrahlung:	permanent
Bestrahlungsstärke:	40 W/m <sup>2</sup>
Bewitterungszyklus:	- 1 h Besprühen bei 23 °C Schwarzstandard-Temperatur - 5 h Trockenperiode bei 60 °C Schwarzstandard-Temperatur und 10 % r.F.
Expositionszeit:	2000 Stunden
Sonstiges:	Positionswechsel des Probekörpers im Gerät nach je 2Wochen Bewitterung

Nach einer Gesamtbewitterungsdauer von 2000 Stunden (Vorgabe nach DIN V 18026: 2000 Stunden) erfolgte eine visuelle Beurteilung der Proben im Vergleich mit nicht bewitterten Proben.

##### Ergebnis:

An den bewitterten Proben waren keine Risse, Blasen oder Ablösungen festzustellen. Der Riss- und Blasengrad betrug 0 (S0) (keine Risse, keine Blasen).

#### 4.2.5 Kohlendioxid-Durchlässigkeit

Die Bestimmung der Kohlendioxid-Durchlässigkeit erfolgte gemäß DIN EN 1062-6:10-2002 „Beschichtungsstoffe - Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich - Teil 6: Bestimmung der Kohlenstoffdioxid-Diffusionsstromdichte“, Verfahren A - gravimetrische Methode in einer Atmosphäre mit einem CO<sub>2</sub>-Gehalt von (10 ± 0,5) Vol.-%.

Die Probekörper wurden nach dem letzten Arbeitsgang mindestens 28 Tage unter Normbedingungen gemäß DIN EN 23270 gelagert. Es wurden vier Probekörper (Durchmesser 90 mm) aus den freien Filmen gemäß Kapitel 3 des Prüfberichtes ausgebohrt. Anschließend wurden sie gemäß DIN EN 1062-11, Abschnitt 4.3 gealtert. Dabei wurden sie 3-mal folgendem Zyklus unterworfen:

- 24 Stunden Wasserlagerung bei 23 °C
- 24 Stunden Trocknung im Wärmeschrank bei 50 °C

Danach lagerten die Probekörper mindestens 14 Tage unter Normbedingungen gemäß DIN EN 23270, bevor mit der Prüfung begonnen wurde.

Zur Diffusionsmessung wurden die Proben einer Atmosphäre mit einem CO<sub>2</sub>-Gehalt von (10 ± 0,5) % bei 27 °C ausgesetzt. Die Atmosphäre wurde mit Hilfe von Phosphorpentoxid getrocknet. Die Probengefäße wurden regelmäßig auf 0,1 mg genau gewogen bis die Masseänderung linear mit der Zeit verlief (stationärer Zustand).

Parallel dazu wurde der Diffusionswiderstand gegen CO<sub>2</sub> einer Referenzfolie bestimmt. Die Trockenschichtdicke der Proben wurde mit einer Bügelmessschraube bestimmt.

#### Ergebnisse

Die Probekörper wurden über einen Messzeitraum von 10 Tagen geprüft. An der parallel durchgeführten Messung der Referenzfolie wurden keine Abweichungen von der vorgegebenen Toleranz festgestellt.

Tabelle 12: Kenngrößen der Kohlendioxiddiffusion Betonacryl

Nr.	Kohlendioxid-Diffusionsrate <b>i</b> [g/(m <sup>2</sup> x d)]	Diffusions-äquivalente Luftschichtdicke <b>s<sub>d</sub></b> <sup>1)</sup> [m]	Trockenschicht-dicke <b>s</b> <sup>1)</sup> [µm]	Diffusions-widerstandszahl <b>µ</b> [-]
1	0,51	500	300	1,7 x 10 <sup>6</sup>
2	0,50	510	320	1,6 x 10 <sup>6</sup>
3	0,49	520	300	1,7 x 10 <sup>6</sup>
<b>MW</b>	<b>0,50</b>	<b>510</b>	<b>310</b>	<b>1,7 x 10<sup>6</sup></b>

<sup>1)</sup> auf zwei wertanzeigende Ziffern gerundet

#### 4.2.6 Wasserdampf-Durchlässigkeit

Die Bestimmung der Wasserdampf-Durchlässigkeit erfolgte gemäß DIN EN ISO 7783: 02-2012 „Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Wasserdampf-Diffusionsstromdichte“ Schalenverfahren für freie Filme im Feuchtbereichs-Verfahren 23-50/95.

Es wurde eine gesättigte Ammoniumdihydrogenphosphatlösung zur Einstellung einer relativen Luftfeuchte von 93 % bei 23 °C verwendet.

Die Probekörper wurden nach dem letzten Arbeitsgang mindestens 28 Tage unter Normbedingungen gemäß DIN EN 23270 gelagert. Es wurden drei Probekörper (Durchmesser 90 mm) aus den freien Filmen gemäß Kapitel 3 des Prüfberichtes ausgebohrt. Anschließend wurden sie gemäß DIN EN 1062-11, Abschnitt 4.3 gealtert. Dabei wurden sie 3-mal folgendem Zyklus unterworfen:

- 24 Stunden Wasserlagerung bei 23 °C
- 24 Stunden Trocknung im Wärmeschrank bei 50 °C

Danach lagerten die Probekörper mindestens 14 Tage unter Normbedingungen gemäß DIN EN 23270, bevor mit der Prüfung begonnen wurde.

Die Bestimmung der Schichtdicke des Oberflächenschutzsystems erfolgte mittels Bügelmessschaube.

Die Bestimmung der Wasserdampf-Durchlässigkeit wurde über einen Messzeitraum von 7 Tagen durchgeführt. Die Auswertung entsprach Kapitel 8 der o. a. Norm.

Die Ergebnisse sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 13: Kenngrößen der Wasserdampf-Diffusion Betonacryl

Nr.	Wasserdampf-Diffusionsstromdichte <b>V</b> [g/(m <sup>2</sup> x d)]	diffusionsäquivalente Luftschichtdicke <sup>1)</sup> <b>s<sub>d</sub></b> [m]	Trockenschichtdicke [μm]
1	10,88	1,9	280
2	10,30	2,0	320
3	10,06	2,1	300
4	10,64	2,0	300
<b>MW</b>	<b>10,47</b>	<b>2,0</b>	<b>300</b>

<sup>1)</sup> gerundet auf zwei wertanzeigende Ziffern

#### 4.2.7 Kapillare Wasseraufnahme und Wasserdurchlässigkeit

Die Ermittlung des Wasseraufnahmekoeffizienten erfolgte gemäß DIN EN 1062-3:04-2008 „Beschichtungsstoffe - Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Substrate und Beton im Außenbereich - Teil 3: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit“ an drei beschichteten Kalksandsteinen gemäß Kapitel 3 dieses Prüfberichtes. Die Probekörper lagerten bis zur Prüfung mindestens 28 Tage unter Normbedingungen gemäß DIN EN 23270. Die Probekörper wurden an den Seitenflächen und der Rückseite mit einer transparenten, lösemittelfreien Epoxidharzbeschichtung wasserundurchlässig abgedichtet.

Anschließend wurden sie gemäß DIN EN 1062-11, Abschnitt 4.3 gealtert. Dabei wurden sie 3-mal folgendem Zyklus unterworfen:

- 24 h Wasserlagerung bei  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$
- 24 h Trocknung im Wärmeschrank bei  $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$

Danach wurden die Probekörper weitere 14 Tage unter Normbedingungen gemäß DIN EN 23270 gelagert, bevor mit den Prüfungen begonnen wurde.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse angegeben.

*Tabelle 14: Wasseraufnahmekoeffizienten  $\omega_{24}$   
Betofix-Spachtel / Betonacryl*

Wasseraufnahmekoeffizient $\omega_{24}$ [kg/(m <sup>2</sup> x h <sup>0,5</sup> )]	
Einzelwerte	Mittelwert
0,017	
0,011	
0,011	<b>0,013</b>

#### 4.2.8 Brandverhalten

Die Prüfungen zur Klassifizierung des Brandverhaltens nach DIN EN 13501-1 „*Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*“ erfolgten im Auftrag des Auftraggebers am Prüfinstitut Hoch.

Die Ergebnisse zu den Prüfungen gemäß DIN EN ISO 11925-2 „*Prüfungen zum Brandverhalten - Entzündbarkeit von Produkten bei direkter Flammeneinwirkung - Teil 2: Einzelflammentest*“ sind in dem Prüfungsbericht PB-Hoch-131498 (Anlage 2) des Prüfinstituts Hoch vom 20.11.2013 dokumentiert.

Die Klassifizierung des Brandverhaltens nach DIN EN 13501-1 erfolgt in dem Klassifizierungsbericht KB-Hoch-131499 (Anlage 3) des Prüfinstituts Hoch vom 27.11.2013.

Entsprechend dem Brandverhalten wird dem Beschichtungssystem bestehend aus den Stoffen *Betofix-Spachtel / Betonacryl* die Klassifizierung

„E“

gemäß DIN EN 13501-1 zugeordnet.

#### 4.2.9 Schichtdicken

Die Schichtdicken der einzelnen Lagen des Oberflächenschutzsystems wurde gemäß DIN EN ISO 2808:05-2007 „*Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Schichtdicke*“ an den Schnittflächen vertikal geschnittener Betonplatten im Auflichtmikroskop unter 10-facher Vergrößerung gemessen. In der folgenden Tabelle sind jeweils die Mittelwerte aus 10 Einzelmessungen pro Probekörper und der Gesamtmittelwert angegeben.

Tabelle 15: Schichtdicke des Oberflächenschutzsystems auf den Betonplatten

Schicht	Schichtdicke [ $\mu\text{m}$ ]			Mittelwert	
	Lagerung bei		$T_{WBM}$ <sup>3)</sup>		
	$T_{NORM}$ <sup>1)</sup>	$T_{MAT}$ <sup>2)</sup>			
<i>Betofix-Spachtel</i>	1840	1610	1410	<b>1620</b>	
<i>Betonacryl</i>	200	210	230	<b>213</b>	
<b>Gesamtschichtdicke</b>	<b>2040</b>	<b>1820</b>	<b>1640</b>	<b>1833</b>	

<sup>1)</sup> beschichtet bei 23°C, Lagerung bei  $T_{NORM}$

<sup>2)</sup> beschichtet bei 8 °C, Lagerung bei  $T_{NORM}$

<sup>3)</sup> beschichtet bei 8 °C, Temperaturwechselbeanspruchung mit Tausalz

### Produktspezifische Mindestschichtdicke

Die produktspezifische Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht aus *Betonacryl* ist gemäß Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbetonbau „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Teil 2 Bauprodukte und Anwendung“, Oktober 2001 unter Beachtung folgender Kriterien zu ermitteln:

- Angabe der festgestellten mittleren Schichtdicke der Platten mit Frost-Tau-Wechselbeanspruchung
- geringste Schichtdicke, mit der die geforderte diffusionsäquivalente Luftsichtdicke der Kohlendioxiddiffusion erreicht wird
- systemspezifische Mindestschichtdicke (80 µm gemäß Tabelle 5.2 der o. g. Richtlinie)

Der jeweils größte Wert ist maßgebend.

Die produktspezifische Mindestschichtdicke für die hauptsächlich wirksame Oberflächenschutzschicht aus *Betonacryl* beträgt:

$$d_{min, p} = 230 \mu\text{m}$$

(mittlere Schichtdicke, der Probekörper mit Frost-Tau-Wechselbeanspruchung)

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Das Polymer Institut wurde von der Remmers Baustofftechnik GmbH, Löningen, mit der Erstprüfung an einem Oberflächenschutzsystem

### Betofix-Spachtel / Betonacryl

nach DIN EN 1504-2 „*Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definition, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität - Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton*“ unter Berücksichtigung der Anforderungen an ein System der Klasse

**OS 4 (OS C)**

gemäß DIN V 18026 „*Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2*“, Juni 2006 beauftragt.

Eine Zusammenfassung aller Prüfergebnisse und eine Gegenüberstellung mit den Anforderungen gemäß der DIN V 18026 befindet sich in den Anhängen 1 bis 2.

Flörsheim-Wicker, 17.06.2014

Der Institutsleiter

J. Magner



Die Sachbearbeiterin

E. Grenz

Dipl. Ing.( FH) E. Grenz



Polymer Institut

## Anhang 1

### Zusammenfassung der Ergebnisse

Prüfungen an den Ausgangsstoffen			
Kapitel im Bericht	Prüfung	Betofix-Spachtel / Betonacryl	
		Betofix-Spachtel	Betonacryl
4.1.1	Infrarotspektrum	Bild 1	Bild 2
4.1.2	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	-	1,366
4.1.3	Thermogravimetrie	Bild 3	Bild 4
	Gesamtmasseverlust [M.-%]	9,5	42,3
4.1.4	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile [M.-%]	-	58,5
4.1.5	dynamische Viskosität [mPa s]	-	Bild 5
		-	170

## Anhang 2

### Zusammenfassung der Ergebnisse

Abschnitt im Bericht	Prüfung am System Betofix-Spachtel / Betonacryl	Ergebnisse	Anforderung	Anforderung erfüllt?
4.2.1	Abreißfestigkeit / Gitterschnitt nach Lagerung bei $T_{NORM}$ Abreißfestigkeit MW [MPa] kEW [MPa] Gitterschnitt ohne Tape-Test mit Tape-Test	3,0 2,1 Gt 0 Gt 0	$\geq 1,0$ $\geq 0,7$ $Gt \leq 2$ $Gt \leq 2$	ja
4.2.2	Abreißfestigkeit / Gitterschnitt nach Lagerung bei $T_{NORM}$ - Beschichten bei $T_{MAT}$ - Abreißfestigkeit MW [MPa] kEW [MPa] Gitterschnitt ohne Tape-Test mit Tape-Test	3,2 3,1 Gt 0 Gt 0	$\geq 1,0$ $\geq 0,7$ $Gt \leq 2$ $Gt \leq 2$	ja
4.2.3	Abreißfestigkeit / Gitterschnitt nach TWBM - Beschichten bei $T_{MAT}$ - <u>im Sprühbereich von Tausalzen</u> Abreißfestigkeit MW [N/mm <sup>2</sup> ] kEW [N/mm <sup>2</sup> ] Gitterschnitt ohne Tape-Test mit Tape-Test	3,1 2,2 Gt 1 Gt 1	$\geq 1,0$ $\geq 0,7$ $Gt \leq 2$ $Gt \leq 2$	ja
4.2.4	Visuelle Beurteilung nach künstlicher Bewitterung Risse Blasengrad Ablösungen	0 (S0) 0 (S0) 0	0 (S0) 0 (S0) 0	ja
4.2.5	Kohlendioxid-Durchlässigkeit $s_D(CO_2)$ [m] Betonacryl	510	$s_D > 50$	ja
4.2.6	Wasser dampf-Durchlässigkeit $s_D(H_2O)$ [m] Betonacryl	2,0	Klasse I: $s_D < 5$	ja
4.2.7	Wasseraufnahmekoeffizient $\omega_{24}$ [kg/(m <sup>2</sup> x h0,5)]	0,013	< 0,1	ja

Abschnitt im Bericht	Prüfung am System Betofix-Spachtel / Betonacryl	Ergebnisse	Anforderung	Anforderung erfüllt?
4.2.8	Brandverhalten	E	mind. E-d2	ja
4.2.9	Schichtdicken produktspez. Mindestschichtdicke $d_{min,p}$ [µm]	230	$\geq 80$	ja