



Dieser Bericht ist elektronisch abgefasst und verteilt worden. Rechtliche Gültigkeit besitzt ausschließlich das Original des Berichtes auf Papier.

## Prüfbericht

### P 5213-3

Prüfauftrag:

**Erstprüfung nach DIN EN 1504-2 unter Berücksichtigung der DIN V 18026 „Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2“ an dem Beschichtungssystem Remmers-System OS 5A (OS DII)**

Auftraggeber:

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

Bearbeiter:

**Dr.-Ing. B. Schwamborn  
Dipl.-Ing. (FH) O. Ehrental**

Datum des Prüfberichtes:

**30.04.2008**

Dieser Prüfbericht umfasst:

**24 Seiten, einschließlich Anhang 1 bis 2 Anlage**

## **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>5</b>
<b>3.1</b>	<b>Verwendete Grundkörper .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>Verarbeitung von Viscacid PCC Spachtel N .....</b>	<b>6</b>
<b>3.3</b>	<b>Beschichtung der Grundkörper .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>PRÜFUNGEN .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1</b>	<b>Prüfungen an den Ausgangsstoffen .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Infrarotspektrum.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Dichte .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Thermogravimetrische Analyse .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Gehalt an nicht flüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1.5</b>	<b>Dynamische Viskosität .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1.6</b>	<b>Auslaufzeit.....</b>	<b>10</b>
<b>4.2</b>	<b>Prüfungen von freien Filmen und Verbundkörpern.....</b>	<b>10</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>11</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei <math>T_{NORM}</math>; Beschichten bei <math>T_{MIN}</math> .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Gewitterregenbeanspruchung und Frost-Tausalzwechselbeanspruchung mit Tausalzangriff .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Visuelle Beurteilung nach Bewitterung .....</b>	<b>14</b>
<b>4.2.5</b>	<b>Kohlendioxid-Durchlässigkeit .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2.6</b>	<b>Wasserdampf-Durchlässigkeit .....</b>	<b>16</b>
<b>4.2.7</b>	<b>Kapillare Wasseraufnahme und Wasserdurchlässigkeit.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2.8</b>	<b>Rissüberbrückung nach Bewitterung .....</b>	<b>17</b>
<b>4.2.9</b>	<b>Schichtdicken .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>21</b>

## 1 VORGANG

Das Polymer Institut wurde von der Remmers Baustofftechnik GmbH, Lönigen, mit der Erstprüfung des Oberflächenschutzsystems

### **Remmers-System OS 5A (OS DII)**

nach DIN EN 1504-2 unter Berücksichtigung der Anforderungen an ein System der Klasse

### **OS 5A (OS DII)**

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

Das Oberflächenschutzsystem besteht aus folgenden Stoffen bzw. Systemaufbau:

<b>Stoffe</b>	<b>Beschreibung<sup>1)</sup></b>
Viscacid PCC Spachtel N	gebrauchsfertiger, einkomponentiger, mineralischer kunststoffvergüteter Feinspachtel
Remmers Funcosil BI	einkomponentige, reaktive, oligomere Siloxanlösung
Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	einkomponentige, hochelastische Fassadenfarbe auf Siliconharzbasis

<sup>1)</sup> nach Angaben des Auftraggebers

### **Umfang der Prüfungen**

Die Prüfungen der Stoffkenndaten an *Remmers Funcosil BI* und *Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe* wurden aus dem Prüfkatalog gemäß Tabelle 8 der DIN V 18026 ausgewählt und durchgeführt.

#### Viscacid PCC Spachtel N

Der Stoff wurde im Rahmen des Untersuchungsberichtes

#### **P-BAM VII.1/23044/11-1 der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung**

bereits einer Grundprüfung gemäß der TL/TP BE-PCC unterzogen. Für die verwendete Probe wurde eine ausreichende Identität mit dem Stoff der Grundprüfung festgestellt. Die Identitätsprüfung an diesem Stoff ist in dem Vorgang P 5213-4 des Polymer Instituts dokumentiert.

Die Prüfungen an den Verbundkörpern wurden gemäß Tabelle 4 der DIN V 18026 durchgeführt. Der aktuelle Beratungsstand des BASt-Arbeitskreises „ad-hoc AG SIB“ vom 23.01.2007 wurde hierbei berücksichtigt.



Weiter wurde der Verweis auf die Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“, Ausgabe 2001, des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton gemäß DIN V 18026, Absatz 4.1 berücksichtigt, wonach gilt:

*„Für die Bindemittelgruppen, den Regelaufbau und die Schichtdicken des Oberflächenschutzsystems im Sinne dieser Produktnorm gelten die Festlegungen der Instandsetzungsrichtlinie, Teil 2, Abschnitt 5.“*

### **Anhang**

Eine zusammenfassende Gegenüberstellung der Ergebnisse des Oberflächenschutzsystems *Remmers OS 5A (OS DII)* im Hinblick auf die Anforderungen der DIN V 18026 ist dem *Anhang 1* zu entnehmen.

In *Anhang 2* befinden sich die Ergebnisse aus der o. g. Grundprüfung des Stoffes *Viscacid PCC Spachtel N*.

## **2 PROBENEINGANG**

Folgendes Probenmaterial wurde am 19.09.2007 per Spedition im Polymer Institut angeliefert:

<b>Nr.</b>	<b>Stoff</b>	<b>Charge</b>	<b>Gebinde</b>	<b>Menge</b>
1	Viscacid PCC Spachtel N	1705070239	Sack	2 x 25 kg
2	Remmers Funcosil BI	03040607	Kanister	1 x 5 l
3	Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	04110707	Eimer	1 x 15 l



### **3 PROBEKÖRPERHERSTELLUNG**

#### **3.1 Verwendete Grundkörper**

##### Abreißfestigkeit/Gitterschnittprüfung

Die Prüfungen wurden an gestrahlten Betonplatten, Typ MC 0,40 (Größtkorn 8 mm) der DIN EN 1766, in der Größe 200 mm x 200 mm x 60 mm durchgeführt. Sie wiesen im Mittel folgende Kennwerte (Mittelwerte) auf:

Ausbreitmaß	[cm]	: 47,0
Rohdichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	: 2330
Druckfestigkeit	[N/mm <sup>2</sup> ]	: 74,4
Haftzugfestigkeit-Mittelwert	[N/mm <sup>2</sup> ]	: 3,5
kleinster Einzelwert	[N/mm <sup>2</sup> ]	: 3,1
Rautiefe	[mm]	: 0,75

Zum Zeitpunkt der Beschichtung waren die Betonplatten älter als 90 Tage und lagerten in der Zwischenzeit im Raumklima. Vor Beginn der Beschichtung wurden die Platten jeweils mind. 24 Stunden im Normalklima DIN 50014-23/50-2 bzw. bei T<sub>MIN</sub> (8 °C/85 % r. F.) gelagert.

##### Kohlendioxid-/Wasserdampfdurchlässigkeit

Für diese Prüfungen wurden freie Filme hergestellt und anschließend kreisrunde Probekörper mit einem Durchmesser von 90 mm ausgestanzt.

##### Bewitterung

Es wurde eine Faserzementplatte mit den Dimensionen 500 mm x 500 mm beschichtet und für die Prüfung auf die Maße ca. 120 mm x 120 mm zugeschnitten.

##### Kapillare Wasseraufnahme

Für diese Prüfung wurden als Grundkörper Kalksandsteine mit einer Wasserdurchlässigkeitsrate  $w > 5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \times \text{h}^{0,5})$ , und einer Rohdichte von 2000 kg/m<sup>3</sup> in die Dimension 240 mm x 11,5 mm x 25 mm geschnitten.

##### Rissüberbrückung

Die Prüfung der Rissüberbrückung erfolgte an Mörtelprismen gemäß DIN EN 1062-7 mit der Dimension 16 cm x 4 cm x 4 cm. Die Prismen wurden mit einem Mörtel entsprechend DIN EN 196-1 (CEM I 42,5 R, Normsand 0 –2 mm) hergestellt. Das Alter der Prismen betrug zum Zeitpunkt der Applikation mindestens 28 Tage.

### 3.2 Verarbeitung von Viscacid PCC Spachtel N

Zur Herstellung des Frischmörtels wurde Wasser vorgelegt und anschließend die gesamte Menge an homogenisiertem Trockenmörtel zugegeben.

Das Mischungsverhältnis betrug

$$\text{Viscacid PCC Spachtel N} : \text{Wasser} = 25 : 3,75 \text{ (1 : 0,15) MT}$$

Der Mischvorgang erfolgte mit einer Bohrmaschine mit Korbrührer über einen Zeitraum von 3 Minuten. Die Reifezeit betrug 1 Minute. Anschließend wurde erneut 2 Minuten gemischt.

### 3.3 Beschichtung der Grundkörper

Die Grundkörper wurden von einem Mitarbeiter des Auftraggebers in Anwesenheit eines Mitarbeiters des Polymer Institutes im Normalklima DIN 50014-23/50-2 bzw. bei  $T_{\text{MIN}}$  (8 °C / 85 % r. F.) in vertikaler Lage beschichtet. Die Stoffe lagerten bereits 24 h vor der Applikation im Applikationsklima.

Die Betongrundkörper wurden vor Beginn der Beschichtungsarbeiten über 24 Stunden vorgehäst. Der Feinspachtel wurde auf eine mattfeuchte Oberfläche aufgezogen.

Der Aufbau und die Verbrauchsmengen gehen aus folgender Übersicht hervor.

Grundkörper	Materialverbrauch in [g/m <sup>2</sup> ] - Mittelwerte -				
	Feinspachtel Viscacid PCC Spachtel N	Grundierung Remmers Funcosil BI	Beschichtung Remmers Elastoflex- Fassadenfarbe		
			1. Lage	2. Lage	3. Lage
Mörtelprismen Betonplatten Faserzementplatte Kalksandsteinplatte	4000	150	330	350	380
Applikationsgerät	Glättkelle	Flächen- streicher	Rolle	Rolle	Rolle
Wartezeiten	5 Tage <sup>1)</sup>	24 Stunden	24 Stunden	24 Stunden	

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

Die freien Filme für die Diffusionsmessungen wurden auf teflonbeschichtete Glasplatten in 3 Arbeitsgängen mit einer Verbrauchsmenge von jeweils 330 g/m<sup>2</sup> mittels Rolle appliziert.

## 4 PRÜFUNGEN

Soweit nicht anders angegeben, erfolgte die Lagerung der Geräte, Stoffe und Verbundkörper sowie die Durchführung der Prüfungen im Normalklima DIN 50014-23/50-2.

### 4.1 Prüfungen an den Ausgangsstoffen

Die folgenden Prüfungen wurden an den Ausgangsstoffen durchgeführt.

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
4.1.4 Gehalt an nicht flüchtigen Anteilen/ Festkörpergehalt	DIN EN ISO 3251	-
4.1.5 Viskosität: dynamische	DIN EN ISO 3219	4
4.1.6 Auslaufzeit	DIN EN ISO 2431	-

\* akkreditierte Verfahren

<sup>1)</sup> gemäß Tabelle 8 der DIN V 18026

#### 4.1.1 Infrarotspektrum

Das Infrarotspektrum wurde unter Einhaltung der nachfolgenden Prüfbedingungen aufgenommen:

Norm: DIN EN 1767  
 Prüfgerät: FTIR-Spektrometer, Firma Varian (Varian 3600 FT-IR Excalibur)  
 Aufnahmetechnik: horizontale ATR-Technik, Probenträger Golden Gate – Diamant  
 Wellenzahlbereich: 4000-500 cm<sup>-1</sup>  
 Messart: Transmission  
 Auflösung: 4 cm<sup>-1</sup>

Die Vorbehandlung der Proben ist in der folgenden Übersicht dokumentiert.

Tabelle 1: Infrarotspektroskopie - Vorbehandlung der Proben

Stoff	Vorbehandlung	Bild / Anlage
Remmers Funcosil BI	1 h bei 105 °C getrocknet	1
Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	Dichlormethanextrakt, mit dem Fön getrocknet	2

Die Infrarotspektren sind im Anlagenteil den Bildern 1 und 2 zu entnehmen.

#### 4.1.2 Dichte

Die Dichte wurde nach DIN EN ISO 2811-2 in je zwei Einzelversuchen mit einer Dichtekugel (10 cm<sup>3</sup>) bei 23 °C ermittelt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

*Tabelle 2: Dichte*

Stoff	Einzelwerte [g/cm <sup>3</sup> ]	Mittelwert [g/cm <sup>3</sup> ]
Remmers Funcosil BI	0,790 ; 0,790	<b>0,790</b>
Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	1,420 ; 1,422	<b>1,421</b>

#### 4.1.3 Thermogravimetrische Analyse

Die thermogravimetrische Analyse wurde unter Einhaltung der nachfolgenden Prüfbedingungen durchgeführt:

Norm: DIN EN ISO 11358  
Prüfgerät: Thermoanalysestation STA 409, Fa. Netzsch  
Temperaturbereich: 20 °C bis 800 °C  
Aufheizrate: 10 K/min  
Atmosphäre: N<sub>2</sub>  
Tiegel: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
Thermoelement: Typ S  
Kalibriersubstanz: Calciumoxalat

Die Einwaagen und Gesamtmasseverluste (bei 600 °C) sind der folgenden Übersicht zu entnehmen.

*Tabelle 3: Thermogravimetrische Analyse*

Stoff	Einwaage [mg]	Gesamtmasseverlust bei 600 °C [%]	Bild in Anlage
Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	27,4	<b>43,4</b>	3

Der Masseverlust der Probe (TG) sowie die Differentialkurve (DTG) ist im Anlagenteil dem Bild 3 zu entnehmen.



#### 4.1.4 Gehalt an nicht flüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt

Der Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen wurde gemäß DIN EN ISO 3251 nach 1-stündiger Trocknungszeit bei 105 °C ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

*Tabelle 4: Gehalt an nicht flüchtigen Anteilen*

Stoff	Gehalt an nicht flüchtigen Anteilen [M.-%]	
	Einzelwerte	Mittelwert
Remmers Funcosil BI	6,7 ; 6,7 ; 6,7	<b>6,7</b>
Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	70,4 ; 70,1 ; 70,1	<b>70,2</b>

#### 4.1.5 Dynamische Viskosität

Die dynamische Viskosität wurde an *Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe* mit einem Rotationsviskosimeter der Fa. Haake gemäß DIN EN ISO 3219 bei einer Prüftemperatur von 23 °C bestimmt. Es wurden Doppelbestimmungen durchgeführt.

Die Versuchsbedingungen sind aus der folgenden Aufstellung zu ersehen:

*Tabelle 5: Dynamische Viskosität - Versuchsbedingungen*

Stoff	Messsystem	U/min.	Bild in Anlage
Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	M5/PK 5-1°	122	4

Zur Aufzeichnung der Messwertkurven (Bild 4 im Anlagenteil) wurde die Drehzahl des Rotationskörpers mit konstanter Beschleunigung in 3 min. auf die aus obiger Tabelle hervorgehenden Umdrehungszahlen gesteigert. Hierbei stellte sich eine relative Schubspannung  $\geq 30\%$  ein.

Schubspannung und Geschwindigkeitsgefälle sowie die daraus berechnete dynamische Viskosität sind der folgenden Übersicht zu entnehmen.

*Tabelle 6: Dynamische Viskosität*

Stoff	Schubspannung [Pa]	Geschwindigkeitsgefälle [s <sup>-1</sup> ]	dynamische Viskosität <sup>1)</sup> [mPas]	
			Einzelwerte	Mittelwert
Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	1226 ; 1124	750	1600 ; 1500	<b>1600</b>

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

#### 4.1.6 Auslaufzeit

Die Bestimmung der Viskosität an *Remmers Funcosil BI* erfolgte im Auslaufbecher gemäß DIN EN ISO 2431 bei einer Temperatur von 23 °C. Der Durchmesser der Auslaufdüse und die entsprechenden Auslaufzeiten sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: Auslaufzeiten

Stoff	Durchmesser Auslaufdüse [mm]	Auslaufzeit [s]	
		Einzelwerte	Mittelwert
Remmers Funcosil BI	3	21 ; 21	21

#### 4.2 Prüfungen von freien Filmen und Verbundkörpern

Die folgenden Prüfungen wurden an den Verbundkörpern durchgeführt:

Kapitel <sup>1)</sup>	Prüfung	Prüfung nach <sup>2)</sup>
4.2.1	Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei T <sub>NORM</sub>	DIN EN 1542 / DIN EN ISO 2409
4.2.2	Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei T <sub>NORM</sub> ; (Beschichten bei T <sub>MIN</sub> )	DIN EN 1542 / DIN EN ISO 2409
4.2.3	Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Temperaturwechsel- und Frost-Tausalz-Beanspruchung (Beschichten bei T <sub>MIN</sub> )	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	Rissüberbrückung nach Bewitterung	DIN EN 1062-7
4.2.9	Schichtdicken	<sup>3)</sup>

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

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

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

Im Anschluss an die Lagerungen und Rekonditionierungen wurde an den beschichteten Betonplatten die Abreißfestigkeit nach DIN EN 1542 geprüft. Es wurde ein geeichtes Zugprüfgerät der Firma Freundl, Typ Easy verwendet. Der Lastanstieg betrug jeweils 100 N/s. Es wurde ein lösemittelfreier Polyurethankleber verwendet.

Die Prüfung des Gitterschnittkennwertes erfolgte nach DIN EN ISO 2409 mit einem Schneidenabstand von 4 mm.

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 im Normalklima DIN 50014-23/50-2. Die Abreißprüfungen erfolgten nach DIN EN 1542 (siehe Pkt. 4.2).

Tabelle 8: Abreißfestigkeit nach Lagerung bei  $T_{NORM}$ ; Beschichten bei  $T_{NORM}$

Probe	Nr.	Abreißfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	Bruchfläche [%]	Gitterschnitt o.T. / m.T. <sup>1)</sup>
1	1	0,9	100 % Kohäsionsbruch in Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	Gt 0 / Gt 0
	2	0,9		
	3	0,8		
	4	0,8		
	5	0,8		
2	1	0,8		Gt 0 / Gt 0
	2	0,8		
	3	0,8		
	4	0,8		
	5	0,8		
<b>Mittelwert</b>		<b>0,8</b>		
<b>kleinster Einzelwert</b>		0,8		

<sup>1)</sup> ohne Tape-Test/mit Tape-Test

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

Die Applikation des Beschichtungssystems erfolgte bei  $T_{MIN}$  (8 °C/85 % r. F.). Nach 2 Tagen Lagerung bei  $T_{MIN}$  erfolgte die weitere Konditionierung der Probekörper bis zur Prüfung im Normklima DIN 50014-23/50-2. Die Abreißprüfungen erfolgten nach DIN EN 1542 (siehe Pkt. 4.2).

Tabelle 9: Abreißfestigkeit nach Lagerung bei  $T_{NORM}$ ; Beschichten bei  $T_{MIN}$

Probe	Nr.	Abreißfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	Bruchfläche [%]	Gitterschnitt o.T. / m.T. <sup>1)</sup>	
1	1	1,1	100 % Kohäsionsbruch in Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	Gt 0 / Gt 0	
	2	1,0			
	3	1,3			
	4	1,2			
	5	1,0			
2	1	1,2		100 % Kohäsionsbruch in Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	Gt 0 / Gt 0
	2	1,1			
	3	1,9			
	4	1,2			
	5	1,2			
<b>Mittelwert</b>		<b>1,2</b>			
<b>kleinster Einzelwert</b>		<b>1,0</b>			

<sup>1)</sup> ohne Tape-Test/mit Tape-Test

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

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

Die Probenherstellung und anschließende Probenlagerung (2 Tage) erfolgte bei  $T_{MIN}$  (8 °C/85 % r. F.). Bis zum Beginn der Konditionierungen lagerten die Proben im Normalklima DIN 50014-23/50-2. Die Konditionierungen erfolgten nach folgender Norm und Prüfparametern:

##### Gewitterregensimulation (DIN EN 13687-2)

Folgender Zyklus wurde 10-mal wiederholt:

- 5 Stunden, 45 Minuten Lagerung unter Strahlungswärme (+60 ± 5) °C
- 15 Minuten Abduschen mit auf (12 ± 3) °C temperiertem Wasser

##### Frost-Tauwechselbeanspruchung mit Tausalzangriff (DIN EN 13687-1)

Folgender Zyklus wurde 50-mal wiederholt:

- 2 Stunden Bad aus gesättigter Natriumchloridlösung (-15 ± 2) °C
- 2 Stunden Bad in Wasser (+21 ± 2) °C

Die Proben lagerten während Unterbrechungszeiten über Nacht und am Wochenende an der Luft (Sprühbereich).

Die Prüfung der Abreißfestigkeit erfolgte nach 2 Tagen Rekonditionierung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 nach DIN EN 1542 (siehe Pkt. 4.2).

*Tabelle 10: Abreißfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung und Beschichtung bei  $T_{MIN}$*

Probe	Nr.	Abreißfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	Bruchfläche [%]	Gitterschnitt o.T. / m.T. <sup>1)</sup>
1	1	1,4	100 % Kohäsionsbruch in Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	Gt 0 / Gt 0
	2	1,4		
	3	1,7		
	4	2,0		
	5	2,0		
2	1	2,0		Gt 0 / Gt 0
	2	1,9		
	3	2,1		
	4	1,9		
	5	1,9		
<b>Mittelwert</b>		<b>1,8</b>		
<b>kleinster Einzelwert</b>		<b>1,4</b>		

<sup>1)</sup> ohne Tape-Test/mit Tape-Test



Risse, Blasen oder Ablösungen konnten zu keinem Zeitpunkt (visuelle Untersuchungen nach jeweils 10 Zyklen) festgestellt werden.

Ein Abfall der Abreißfestigkeit gegenüber den Referenzprobekörpern (beschichtet bei  $T_{\text{MIN}}$ , gelagert bei  $T_{\text{NORM}}$ ) wurde nicht festgestellt.

#### **4.2.4 Visuelle Beurteilung nach Bewitterung**

Zwei gemäß Kapitel 3.3 dieses Prüfberichtes beschichtete Faserzementplatten und drei beschichteten Prismen wurden einer künstlichen Bewitterung ausgesetzt.

Abweichend von der DIN EN 1062-11, Abschnitt 4.2 wurden die Probekörper nach DIN EN ISO 4892-3, Verfahren 2 mit folgendem Prüfzyklus belastet:

Prüfzyklus:                   - 5 h   UV-Bestrahlung bei  $(50 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$   
                                  - 1 h   Beregnung mit UV-Bestrahlung bei  $(20 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$

Nach einer Gesamtbewitterungsdauer von ca. 2500 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, Verfahren A - gravimetrische Methode an fünf Probekörpern gemäß Kapitel 3 des vorliegenden Prüfberichtes.

Die Probekörper wurden nach dem letzten Arbeitsgang mindestens 28 Tage im Normalklima gelagert. 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 im Normalklima, 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 28 Tagen geprüft. An der parallel durchgeführten Messung der Referenzfolie wurden keine Abweichungen von der vorgegebenen Toleranz festgestellt.

Die Ergebnisse sind der folgenden Tabelle und als graphische Darstellung der Massenänderung in Abhängigkeit von der Zeit ist dem Bild 5 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 11: Kenngrößen Kohlendioxiddiffusion

Nr.	Kohlendioxid-Diffusionsrate $i$ [g/(m <sup>2</sup> x d)]	Diffusions-äquivalente Luftschichtdicke $s_d$ <sup>1)</sup> [m]	Trockenschichtdicke $s$ <sup>1)</sup> [µm]	Diffusionswiderstandszahl $\mu$ [-]
1	2,67	95	400	2,3 x 10 <sup>5</sup>
2	2,66	95	400	2,3 x 10 <sup>5</sup>
3	2,73	93	430	2,2 x 10 <sup>5</sup>
<b>MW</b>	<b>2,69</b>	<b>94</b>	<b>410</b>	<b>2,3 x 10<sup>5</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 7783-1 an fünf Probekörpern gemäß Kapitel 3 des vorliegenden Prüfberichtes.

Die Probekörper wurden nach dem letzten Arbeitsgang mindestens 28 Tage im Normalklima gelagert. 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 im Normalklima, bevor mit der Prüfung begonnen wurde.

Die Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit erfolgte anhand von fünf Probekörpern gemäß DIN EN ISO 7783-1 im Feuchtbereichsverfahren 23-50/95. Es wurde eine gesättigte Ammoniumdihydrogenphosphatlösung zur Einstellung einer relativen Luftfeuchte von 93 % bei 23 °C verwendet.

Die Bestimmung der Schichtdicke des Oberflächenschutzsystems erfolgte mittels Bügelmessschraube.

#### Ergebnisse

Die Ergebnisse sind der Tabelle 12 und dem Bild 6 in der Anlage zu entnehmen. Es wurde der lineare Bereich zwischen Tag der Einlagerung dem achten Tag ausgewertet.

Tabelle 12: Kenngrößen der Wasser-Dampfdiffusion

Nr.	Wasserdampf-Diffusionsstromdichte $V$ [g/(m <sup>2</sup> x d)]	diffusionsäquivalente Luftschichtdicke <sup>1)</sup> $s_d$ [m]	Trockenschichtdicke [μm]
1	21,51	1,0	430
2	22,39	0,9	440
3	23,05	0,9	450
<b>MW</b>	<b>22,32</b>	<b>0,9</b>	<b>440</b>

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

Die Ergebnisse der Wasserdampf-Diffusionsstromdichte und der diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke sind nach DIN EN 7783-2 in die Klasse I einzuteilen.



#### 4.2.7 Kapillare Wasseraufnahme und Wasserdurchlässigkeit

Die Ermittlung des Wasseraufnahmekoeffizienten erfolgte gemäß DIN EN 1062-3 an drei beschichteten Kalksandsteinen gemäß Kapitel 3.3 dieses Prüfberichtes. Die Probekörper lagerten bis zur Prüfung mindestens 28 Tage im Normalklima DIN 50014-23/50-2. Die Probekörper wurden an den Seitenflächen und der Rückseite mit einer transparenten, lösemittelfreien Epoxidharzbeschichtung wasserundurchlässig abgedichtet.

Anschließend wurden sie gemäß DIN EN 1062-3 vorkonditioniert. Dabei wurde 3-mal folgender Zyklus durchlaufen:

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

Danach wurden die Probekörper weitere 14 Tage im Normalklima gelagert, bevor mit den Prüfungen begonnen wurde.

##### Ergebnisse

In der folgenden Tabelle 13 sind die Ergebnisse angegeben.

*Tabelle 13: Wasseraufnahmekoeffizienten*

Wasseraufnahmekoeffizient $\omega_{24}$ [kg/(m <sup>2</sup> x h <sup>0,5</sup> )]	
Einzelwerte	Mittelwert
0,01 ; 0,01 ; 0,01	<b>0,01</b>

#### 4.2.8 Rissüberbrückung nach Bewitterung

##### Bewitterung

Die Prüfung der Rissüberbrückung nach künstlicher Bewitterung erfolgte an den gemäß Abschnitt 3.3 dieses Prüfberichtes beschichteten Prismen.

Die Bewitterung erfolgte analog zu Kapitel 4.2.4 des vorliegenden Berichtes.

##### *Ergebnis*

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



### Rissüberbrückung

Die Prüfung der Rissüberbrückungsfähigkeit wurde an 3 künstlich bewitterten Prismen durchgeführt. Die Rissüberbrückungsfähigkeit wurde mit einer servohydraulischen Anlage der Firma Schenck, Hydropuls Typ S59, mit einem 250 kN-Prüfrahmen durchgeführt. Vor Versuchsbeginn wurde bei Raumtemperatur manuell ein Riss im Substrat erzeugt. Die Prüfung erfolgte gemäß DIN EN 1062-7 mit folgenden Parametern:

<u>Prüfbedingungen</u>	Klasse B 2 (-20 °C)
Temperatur:	- 20 °C
untere Rissweite:	0,1 mm
obere Rissweite:	0,15 mm
Risswechsel:	1000
Rissbreitenänderung:	0,05 mm
Frequenz:	0,03 Hz

Nach der Prüfung der Rissüberbrückung wurden die Prüfkörper durch Ankleben von Stahllaschen auf eine Rissbreite von 0,15 mm fixiert, mittel Sägeschnitt senkrecht zur Sollbruchstelle geschnitten und bei 10-facher Vergrößerung unter den Lichtmikroskop untersucht.

### *Ergebnisse*

#### *Ergebnis A (visuelle Untersuchung während der Prüfung)*

Bei 3 von 3 geprüften Prüfkörpern konnten während der dynamischen Rissüberbrückungsprüfung keine oberseitigen Anrisse der Beschichtung festgestellt werden.

#### *Ergebnis B (visuelle Untersuchung nach der Prüfung)*

Bei 3 von 3 geprüften Prüfkörpern konnten nach der dynamischen Rissüberbrückungsprüfung keine oberseitigen Anrisse oder Durchrisse der Beschichtung festgestellt werden.

Ablösungen des Beschichtungssystems im Rissbereich war es nicht zu beobachten.

### **Schichtdicken**

Die an den geprüften Probekörpern ermittelten Schichtdicken sind Kapitel 4.2.9 dieses Prüfberichtes zu entnehmen.

#### 4.2.9 Schichtdicken

Die Schichtdicken wurden an den Schnittflächen senkrecht zur Beschichtungsebene geschnittener Probekörper (beschichtete Betonplatten nach Abschnitt 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 und beschichtete Mörtelprismen nach 4.2.8) unter einem Auflichtmikroskop mit 15facher Vergrößerung gemessen. In der folgenden Tabelle sind jeweils die Mittelwerte aus 10 Einzelmessungen, gerundet auf 10 µm, und der Gesamtmittelwert angegeben. Für die Messungen wurde ein Olympus-Stereomikroskop SZH mit angeschlossenem Messtisch RSF-Electronic Z 502 verwendet.

*Tabelle 14: Schichtdicken auf den Betonplatten*

Stoff	Schichtdicke [µm]			Mittelwert
	Lag. bei $T_{NORM}$ <sup>1)</sup>	Lag. bei $T_{MIN}$ <sup>2)</sup>	Lag. mit TWB und FTB <sup>3)</sup>	
<b>Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe</b> Mittelwerte	500	440	500	<b>480</b>

<sup>1)</sup> Beschichten bei  $T_{NORM}$

<sup>2)</sup> Beschichten bei  $T_{MIN}$

<sup>3)</sup> Temperaturwechsel- und Frost-Tausalz-Beanspruchung

*Tabelle 15: Schichtdicken auf den Prismen*

Stoff	Schichtdicke [µm]			Mittelwert
	Prisma 1	Prisma 2	Prisma 3	
<b>Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe</b> Mittelwerte	530	490	520	<b>510</b>

### **Produktspezifische Mindestschichtdicke**

Die produktspezifische Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht aus *Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe* 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 Luftschichtdicke der Kohlendioxid diffusion erreicht wird
- geringste Schichtdicke, mit der die geforderte Rissüberbrückung nachgewiesen wurde
- systemspezifische Mindestschichtdicke (300 µm gemäß Tabelle 5.2 der o. g. Richtlinie)

Der jeweils größte Wert ist maßgebend.

Die produktspezifische Mindestschichtdicke für die hauptsächlich wirksame Oberflächenschutzschicht aus *Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe* beträgt:

$$d_{\min, p} = 500 \mu\text{m}$$

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

### **Produktspezifische Maximalschichtdicke**

Die produktspezifische Maximalschichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht aus *Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe* ist gemäß o. g. Richtlinie unter Beachtung folgender Kriterien zu ermitteln:

- maximale Schichtdicke, mit der die geforderte diffusionsäquivalente Luftschichtdicke der Wasserdampfdiffusion nicht überschritten wird
- systemspezifische Maximalschichtdicke

Der jeweils kleinste Wert ist maßgebend.

Die produktspezifische Maximalschichtdicke für die hauptsächlich wirksame Oberflächenschutzschicht aus *Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe* beträgt:

$$d_{\max, p} = 2400 \mu\text{m}$$

(maximale Schichtdicke, mit der die geforderte diffusionsäquivalente Luftschichtdicke der Wasserdampfdiffusion nicht überschritten wird).

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Im Polymer Institut wurde im Auftrag der Remmers Baustofftechnik GmbH, Lönningen, die Erstprüfung des Oberflächenschutzsystems

### **Remmers-System OS 5A (OS DII)**

nach DIN EN 1504-2 unter Berücksichtigung der Anforderungen an ein System der Klasse

### **OS 5A (OS DII)**

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

Eine Zusammenfassung aller Prüfergebnisse und eine Gegenüberstellung mit den Anforderungen gemäß der DIN V 18026 befindet sich in *Anhang 1*. In *Anhang 2* sind die Ergebnisse aus der Grundprüfung des Stoffes *Viscacid PCC Spachtel N* enthalten.

Flörsheim-Wicker, 30.04.2008

Der Institutsleiter



Dr.-Ing. B. Schwamborn



Der Sachbearbeiter



Dipl.-Ing. (FH) O. Ehrental

## Anhang 1

### Zusammenfassung der Ergebnisse an den Ausgangsstoffen

Kapitel im Bericht	Prüfung	Remmers Funcosil BI	Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe
1	2	3	4
<b>4.1 Prüfungen an den Ausgangsstoffen (nicht mit Anforderungen belegt)</b>			
4.1.1	Infrarotspektrum	siehe Anlage	
4.1.2	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	0,790	1,421
4.1.3	Thermogravimetrische Analyse Gesamtmasseverlust [M.-%]	-	43,4
4.1.4	Festkörpergehalt [M.-%]	6,7	70,2
4.1.5	Viskosität: dynamisch [mPas]	-	1600
4.1.6	Auslaufzeit (3mm) [s]	21	-

Kapitel im Bericht	Prüfung	Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe	Anforderung	Anf. erfüllt?
1	2	3	4	5
<b>4.2 Prüfungen an freien Filmen und Verbundkörpern</b>				
4.2.5	Kohlendioxid-Durchlässigkeit Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke $s_d$ [m]	410	> 50	ja
4.2.6	Wasserdampf-Durchlässigkeit Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke $s_d$ [m]	Klasse I 0,9	Klasse I < 5	ja ja



## Anhang 2

### Zusammenfassung der Ergebnisse für den Stoff

#### Viscacid PCC Spachtel N

**Referenzprüfbericht:** P-BAM VII.1/23044/11-1 der Bundesanstalt für  
Materialforschung und -prüfung vom 28.05.1993

### I. Prüfungen am Ausgangsstoff

Prüfung TL BE-PCC	Bezugswert
Kornzusammensetzung [M.-%] Siebe: 0,063 0,125 0,25 0,50 1,0	40,1 45,3 71,8 99,9 100
Thermogravimetrische Analyse (TGA)	siehe Grundprüfbericht
Infrarotspektrum	

### II. Prüfungen am Frischmörtel

Prüfung TL BE-PCC	Bezugswert
Konsistenz 5 °C [cm] 23 °C [cm]	15,6 13,0
Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	2,057
Luftgehalt [%]	7,6

### III. Prüfungen am Festmörtel

Prüfung TL BE-PCC	Bezugswert
Biegezugfestigkeit (28 d) [N/mm <sup>2</sup> ]	9,8
Druckfestigkeit (28 d) [N/mm <sup>2</sup> ]	47,1

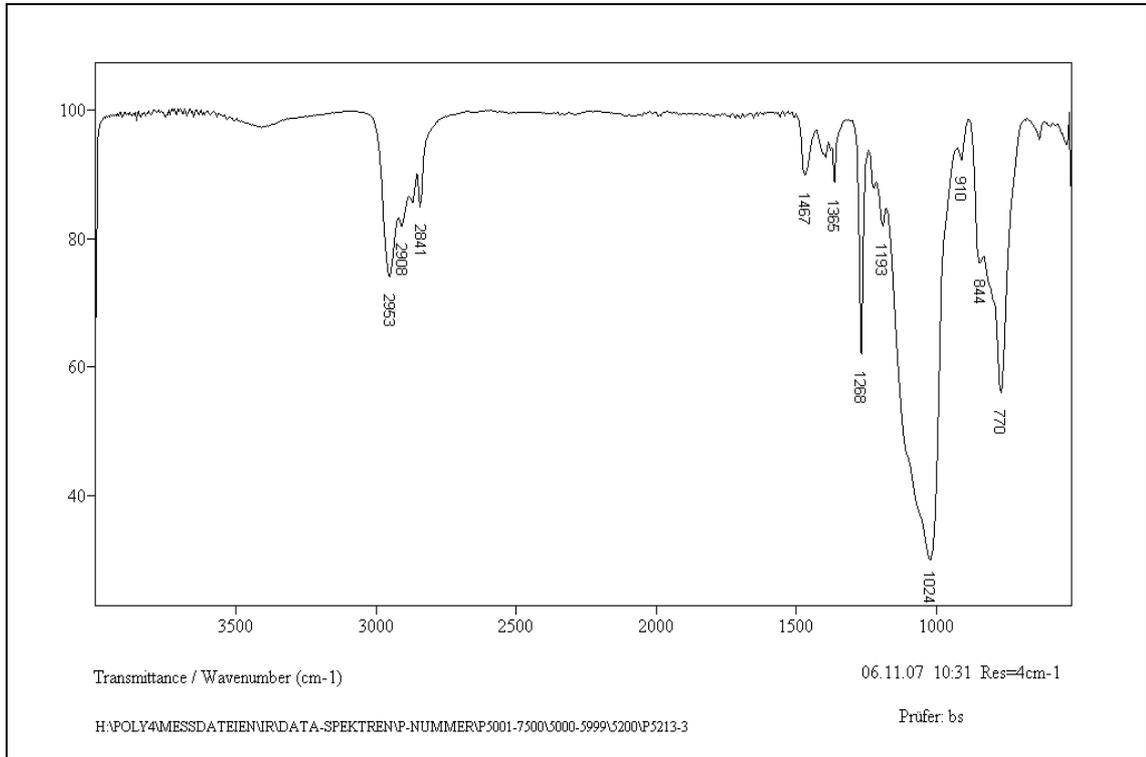


Bild 1: Infrarotspektrum von *Remmers Funcosil BI*

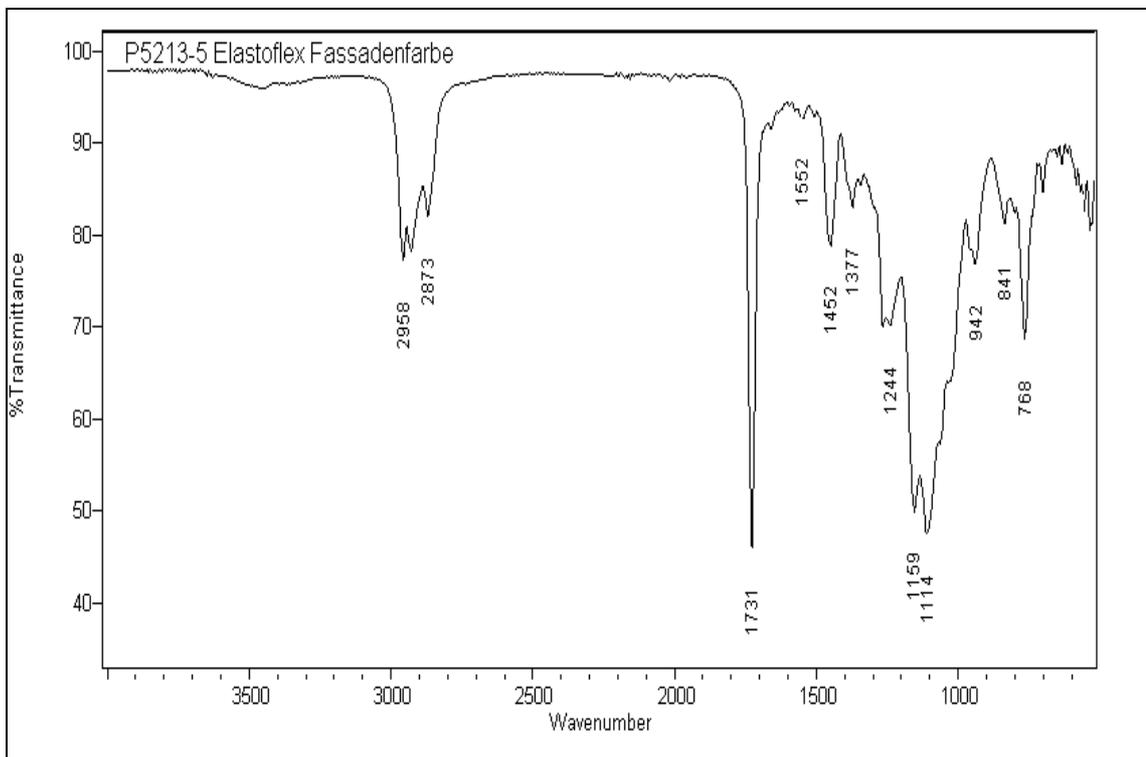


Bild 2: Infrarotspektrum von *Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe*

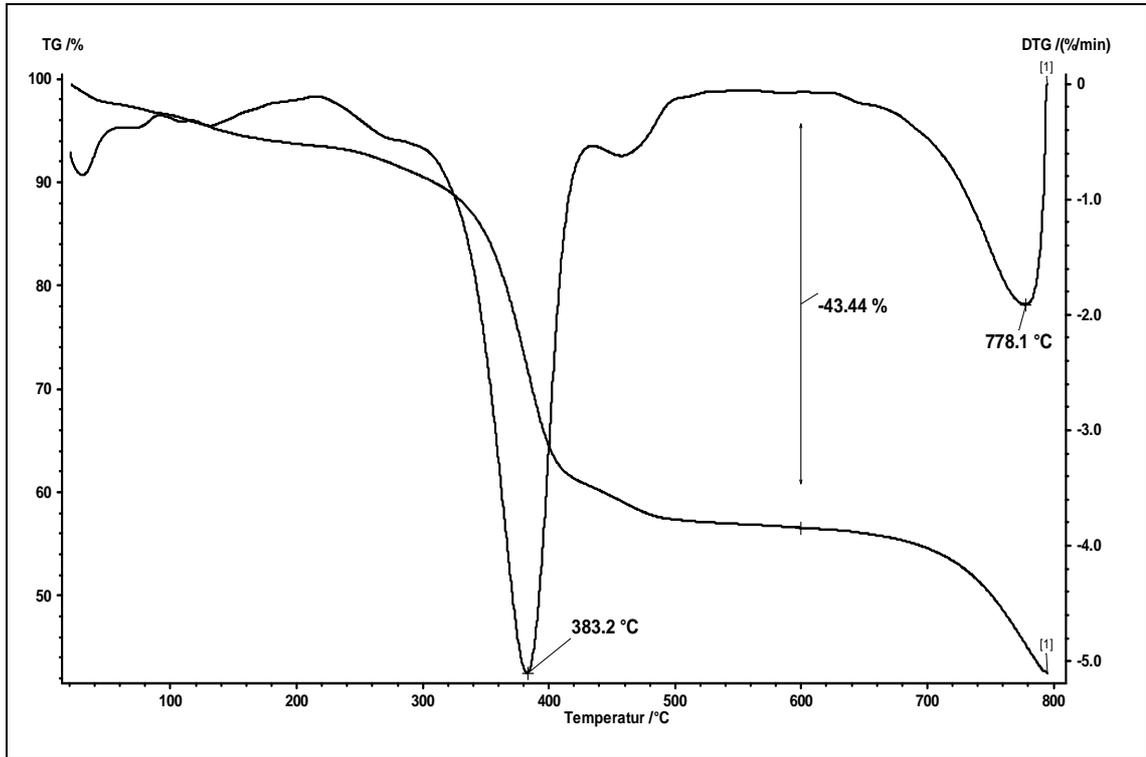


Bild 3: Thermogramm von *Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe*

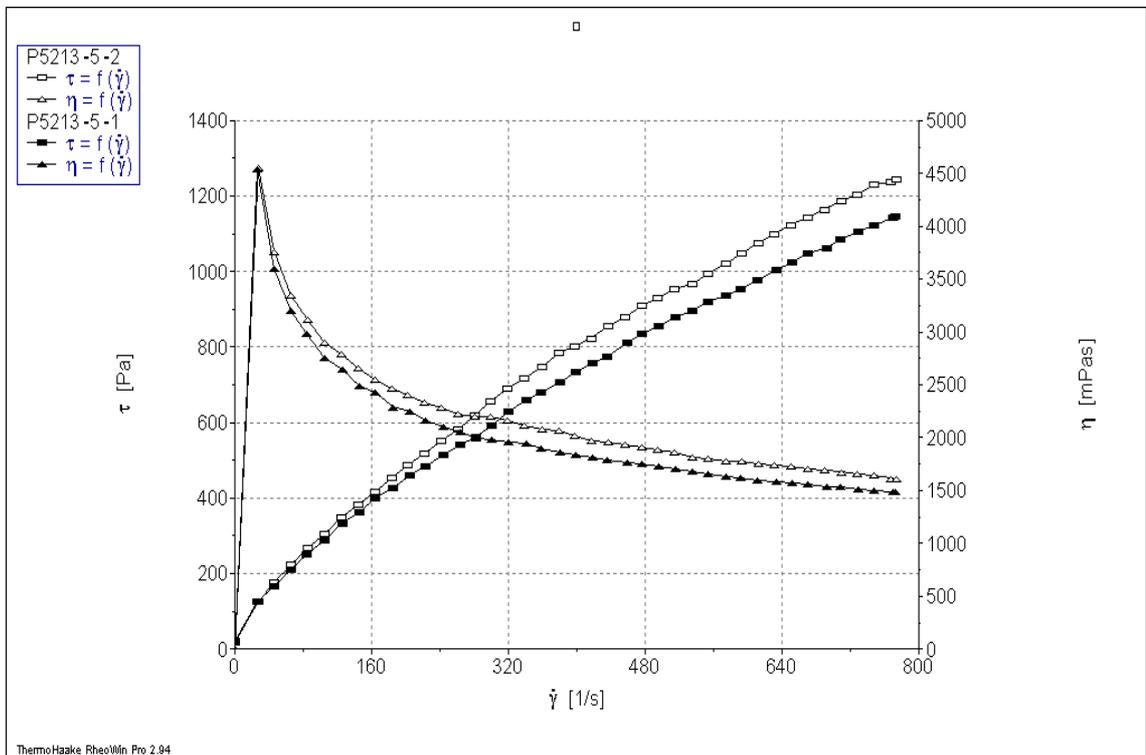


Bild 4: Viskositätskurve von *Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe*

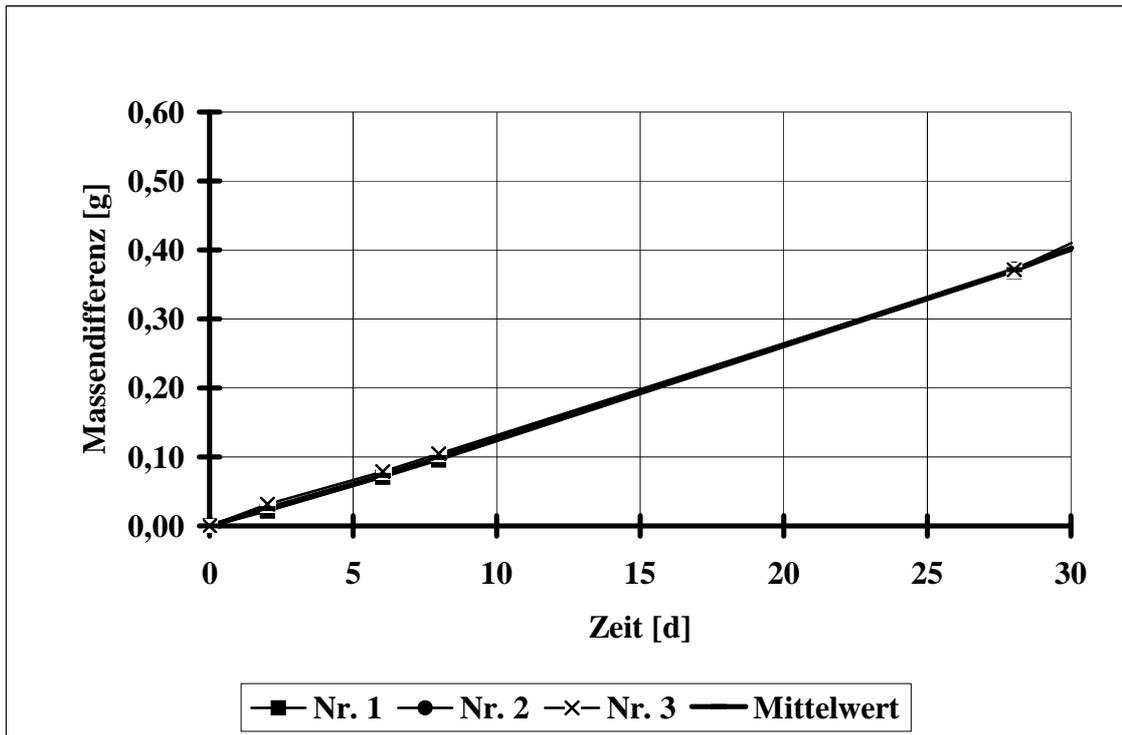


Bild 5: Kohlendioxid-Diffusion, Massenänderung in Abhängigkeit von der Zeit von *Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe*

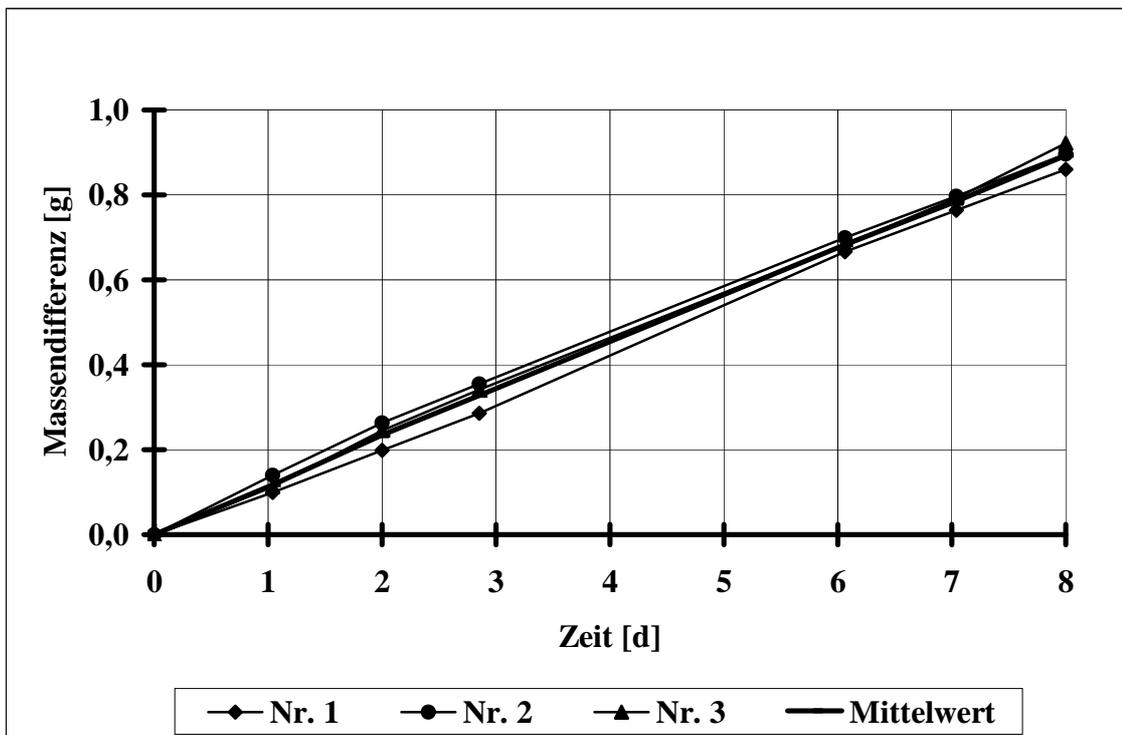


Bild 6: Wasserdampf-Diffusion, Massenänderung in Abhängigkeit von der Zeit von *Remmers Elastoflex-Fassadenfarbe*