



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

Prüfbericht

P 5213-1

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 4 (OS C)

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:

**22 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

1	VORGANG	3
2	PROBENEINGANG	4
3	Probekörperherstellung	5
3.1	Verwendete Grundkörper	5
3.2	Verarbeitung von Viscacid PCC Spachtel N	6
3.3	Beschichtung der Grundkörper	6
4	PRÜFUNGEN	7
4.1	Prüfungen an den Ausgangsstoffen	7
4.1.1	Infrarotspektrum.....	7
4.1.2	Dichte	8
4.1.3	Thermogravimetrische Analyse	8
4.1.4	Gehalt an nicht flüchtigen Anteilen/Festkörpergehalt.....	9
4.1.5	Dynamische Viskosität	9
4.1.6	Auslaufzeit.....	10
4.2	Prüfungen von freien Filmen und Verbundkörpern.....	10
4.2.1	Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei T_{NORM}; Beschichten bei T_{NORM}	11
4.2.2	Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Lagerung bei T_{NORM}; Beschichten bei T_{MIN}	12
4.2.3	Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Gewitterregenbeanspruchung und Frost-Tausalzwechselbeanspruchung mit Tausalzangriff	13
4.2.4	Visuelle Beurteilung nach Bewitterung	14
4.2.5	Kohlendioxid-Durchlässigkeit	15
4.2.6	Wasserdampf-Durchlässigkeit	16
4.2.7	Kapillare Wasseraufnahme und Wasserdurchlässigkeit.....	17
4.2.8	Schichtdicken	18
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	19

1 VORGANG

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

Remmers-System OS 4 (OS C)

nach DIN EN 1504-2 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 bzw. Systemaufbau:

Stoffe	Beschreibung¹⁾
Viscacid PCC Spachtel N	gebrauchsfertiger, einkomponentiger, mineralischer kunststoffvergüteter Feinspachtel
Remmers Imprägniergrund	einkomponentige, reaktive, oligomere Siloxanlösung
Remmers Betonacryl	einkomponentige Acryl-Methacrylsäureester-Copolymer-Dispersion

¹⁾ nach Angaben des Auftraggebers

Umfang der Prüfungen

Die Prüfungen der Stoffkenndaten an *Remmers Imprägniergrund* und *Remmers Betonacryl* 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 3 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 4 (OS C)* 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:

Nr.	Stoff	Charge	Gebinde	Menge
1	Viscacid PCC Spachtel N	1705070239	Sack	2 x 25 kg
2	Remmers Imprägniergrund	03040507	Kanister	1 x 5 l
3	Remmers Betonacryl	04021106	Eimer	1 x 5 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 ³]	: 2330
Druckfestigkeit	[N/mm ²]	: 74,4
Haftzugfestigkeit-Mittelwert	[N/mm ²]	: 3,5
kleinster Einzelwert	[N/mm ²]	: 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 $T_{\text{MIN}} (= 8 \text{ °C}/85 \text{ \% r. F.})$ 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 $2000 \text{ kg}/\text{m}^3$ in die Dimension 240 mm x 11,5 mm x 25 mm geschnitten.

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

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

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_{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 ²] - Mittelwerte -			
	<i>Feinspachtel</i>	<i>Grundierung</i>	<i>Beschichtung</i>	
	Viscacid PCC Spachtel N	Remmers Imprägniergrund	1. Lage	2. Lage
Betonplatten Faserzementplatte Kalksandsteinplatte	4000	160	270	270
Applikationsgerät	Glättkelle	Flächenstreicher	Rolle	Rolle
Wartezeiten	5 Tage ¹⁾		24 Stunden	24 Stunden

¹⁾ Der Feinspachtel wurde nach ca. 45 Minuten abgefilzt 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 2 Arbeitsgängen mit einer Verbrauchsmenge von jeweils 270 g/m² 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 ¹⁾	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

¹⁾ 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⁻¹
Messart: Transmission
Auflösung: 4 cm⁻¹

Die Vorbehandlung der Proben ist in der folgenden Übersicht dokumentiert.

Tabelle 1: Infrarotspektroskopie - Vorbehandlung der Proben

Stoff	Vorbehandlung	Bild / Anlage
Remmers Imprägniergrund	1 h bei 105 °C getrocknet	1
Remmers Betonacryl	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 cm³) bei 23 °C ermittelt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Dichte

Stoff	Einzelwerte [g/cm ³]	Mittelwert [g/cm ³]
Remmers Imprägniergrund	0,786 ; 0,788	0,787
Remmers Betonacryl	1,365 ; 1,367	1,366

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: N₂
Tiegel: Al₂O₃
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 Betonacryl	36,4	42,3	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 Imprägniergrund	3,2 ; 3,2 ; 3,2	3,2
Remmers Betonacryl	61,0 ; 61,3 ; 61,5	61,3

4.1.5 Dynamische Viskosität

Die dynamische Viskosität wurde an *Remmers Betonacryl* 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 Betonacryl	M5/PK 5-1°	486	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 ⁻¹]	dynamische Viskosität ¹⁾ [mPas]	
			Einzelwerte	Mittelwert
			Remmers Betonacryl	482 ; 519

¹⁾ gerundet auf zwei wertanzeigende Ziffern

4.1.6 Auslaufzeit

Die Bestimmung der Viskosität an *Remmers Imprägniergrund* 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 Imprägniergrund	3	24 ; 24	24

4.2 Prüfungen von freien Filmen und Verbundkörpern

Die folgenden Prüfungen wurden an den Verbundkörpern durchgeführt:

Kapitel ¹⁾	Prüfung	Prüfung nach ²⁾
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 _{MIN})	DIN EN 1542 / DIN EN ISO 2409
4.2.3	Abreißfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Temperaturwechsel- und Frost-Tausalz-Beanspruchung (Beschichten bei T _{MIN})	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	³⁾

¹⁾ im vorliegenden Prüfbericht

²⁾ gemäß Tabelle 3 DIN V 18026

³⁾ 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 ²]	Bruchfläche [%]	Gitterschnitt o.T. / m.T. ¹⁾
1	1	3,8	100 % Adhäsionsbruch zwischen Remmers Imprägniergrund und Remmers Betonacryl	Gt 0 / Gt 1
	2	3,6		
	3	3,9		
	4	3,8		
	5	3,1		
2	1	3,3		Gt 0 / Gt 1
	2	3,1		
	3	3,8		
	4	4,3		
	5	3,3		
Mittelwert		3,6		
kleinster Einzelwert		3,1		

¹⁾ 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 ²]	Bruchfläche [%]	Gitterschnitt o.T. / m.T. ¹⁾
1	1	4,3	100 % Adhäsionsbruch zwischen Remmers Imprägniergrund und Remmers Betonacryl	Gt 1 / Gt 1
	2	3,6		
	3	3,9		
	4	3,3		
	5	2,7		
2	1	4,0		Gt 1 / Gt 1
	2	2,7		
	3	3,4		
	4	3,9		
	5	3,4		
Mittelwert		3,5		
kleinster Einzelwert		2,7		

¹⁾ 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 ²]	Bruchfläche [%]	Gitterschnitt o.T. / m.T. ¹⁾
1	1	4,8	100 % Kohäsionsbruch im Beton	Gt 1 / Gt 1
	2	4,4		
	3	4,7		
	4	4,8		
	5	4,5		
2	1	4,4		Gt 1 / Gt 1
	2	3,3		
	3	4,5		
	4	3,0		
	5	4,7		
Mittelwert		4,3		
kleinster Einzelwert		3,0		

¹⁾ 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_{MIN} , gelagert bei T_{NORM}) wurde nicht festgestellt.

4.2.4 Visuelle Beurteilung nach Bewitterung

Zwei gemäß Kapitel 3.3 dieses Prüfberichtes beschichtete Faserzementplatten 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 CO₂-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 CO₂ einer Referenzfolie bestimmt. Die Trockenschichtdicke der Proben wurde mit einer Bügelmessschraube bestimmt.

Ergebnisse

Die Probekörper wurden über einen Messzeitraum von 30 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 ² x d)]	Diffusions-äquivalente Luftschichtdicke s_d ¹⁾ [m]	Trockenschichtdicke s ¹⁾ [µm]	Diffusionswiderstandszahl μ [-]
1	0,51	500	300	1,7 x 10 ⁶
2	0,50	510	320	1,6 x 10 ⁶
3	0,49	520	300	1,7 x 10 ⁶
MW	0,50	510	310	1,7 x 10⁶

¹⁾ 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 ² x d)]	diffusionsäquivalente Luftschichtdicke ¹⁾ s_d [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
MW	10,47	2,0	300

¹⁾ 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 ω_{24} [kg/(m ² x h ^{0,5})]	
Einzelwerte	Mittelwert
0,02 ; 0,01 ; 0,01	0,01

4.2.8 Schichtdicken

Die Schichtdicken wurden an den Schnittflächen senkrecht zur Beschichtungsebene geschnittener Probekörper (beschichtete Betonplatten nach Abschnitt 4.2.1, 4.2.2 und 4.2.3) 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]			
	Lag. bei T_{NORM} ¹⁾	Lag. bei T_{MIN} ²⁾	Lag. mit TWB und FTB ³⁾	Mittelwert
Betonacryl Mittelwerte	220	220	200	210

1) Beschichten bei T_{NORM}

2) Beschichten bei T_{MIN}

3) Temperaturwechsel- und Frost-Tausalz-Beanspruchung

Produktspezifische Mindestschichtdicke

Die produktspezifische Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht aus *Remmers 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 Luftschichtdicke 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 *Remmers Betonacryl* beträgt:

$$d_{\text{min, p}} = 200 \text{ µm}$$

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



Produktspezifische Maximalschichtdicke

Die produktspezifische Maximalschichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht aus *Remmers Betonacryl* 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 Betonacryl* beträgt:

$$d_{\max, p} = 750 \mu\text{m}$$

(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 4 (OS C)

nach DIN EN 1504-2 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 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 Imprägniergrund	Remmers Betonacryl
1	2	3	4
4.1 Prüfungen an den Ausgangsstoffen (nicht mit Anforderungen belegt)			
4.1.1	Infrarotspektrum	siehe Anlage	
4.1.2	Dichte [g/cm ³]	0,787	1,366
4.1.3	Thermogravimetrische Analyse Gesamtmasseverlust [M.-%]	-	42,3
4.1.4	Festkörpergehalt [M.-%]	3,2	61,3
4.1.5	Viskosität: dynamisch [mPas]	-	170
4.1.6	Auslaufzeit (3mm) [s]	24	-

Kapitel im Bericht	Prüfung	Remmers Betonacryl	Anforderung	Anf. erfüllt?
1	2	3	4	5
4.2 Prüfungen von freien Filmen und Verbundkörpern				
4.2.5	Kohlendioxid-Durchlässigkeit Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d [m]	510	> 50	ja
4.2.6	Wasserdampf-Durchlässigkeit Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d [m]	Klasse I 2	Klasse I < 5	ja ja

Zusammenfassung der Ergebnisse an den Verbundkörpern

Ab-schnitt im Bericht	Prüfung	Systemaufbau	Anfor-derung	Anfor-derung erfüllt?
1	2	3	4	5
4.2	Prüfungen von freien Filmen und Verbundkörpern			
4.2.1	Abreißfestigkeit / Gitterschnitt nach Lagerung bei T _{NORM} Abreißfestigkeit MW [N/mm ²] kEW [N/mm ²] Gitterschnitt ohne Tape-Test mit Tape-Test	3,6 3,1 Gt 0 Gt 1	≥ 1,0 ≥ 0,7 Gt ≤ 2 Gt ≤ 2	ja ja ja ja
4.2.2	Abreißfestigkeit / Gitterschnitt nach Lagerung bei T _{NORM} (Beschichten bei T _{MIN}) Abreißfestigkeit MW [N/mm ²] kEW [N/mm ²] Gitterschnitt ohne Tape-Test mit Tape-Test	3,5 2,7 Gt 1 Gt 1	≥ 1,0 ≥ 0,7 Gt ≤ 2 Gt ≤ 2	ja ja ja ja
4.2.3	Abreißfestigkeit / Gitterschnitt nach TWB und FTB ²⁾ (Beschichten bei T _{MIN}) <u>im Sprühbereich von Tausalzen</u> Abreißfestigkeit MW [N/mm ²] kEW [N/mm ²] Gitterschnitt ohne Tape-Test mit Tape-Test	4,3 3,0 Gt 1 Gt 1	≥ 1,0 ≥ 0,7 Gt ≤ 2 Gt ≤ 2	ja ja ja ja
4.2.4	visuelle Beurteilung n. Bewitterung Risse Blasengrad Ablösungen	0 (S0) 0 (S0) 0	0 0 (S0) 0	ja ja ja
4.2.7	Kapillare Wasseraufnahme [kg/m ² h ^{0,5}]	0,01	< 0,1	ja
4.2.8	Schichtdicken produktspez. Mindestschichtdicke d _{min,p} [µm] produktspez. Maximalschichtdicke d _{max,p} [µm]	200 750	≥ 80 -	- ja -

¹⁾ bei Versagen im Feinspachtel

²⁾ Temperaturwechsel- und Frost-Tausalzbeanspruchung

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	40,1
	0,125	45,3
	0,25	71,8
	0,50	99,9
	1,0	100
Thermogravimetrische Analyse (TGA)		siehe Grundprüfbericht
Infrarotspektrum		

II. Prüfungen am Frischmörtel

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

III. Prüfungen am Festmörtel

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

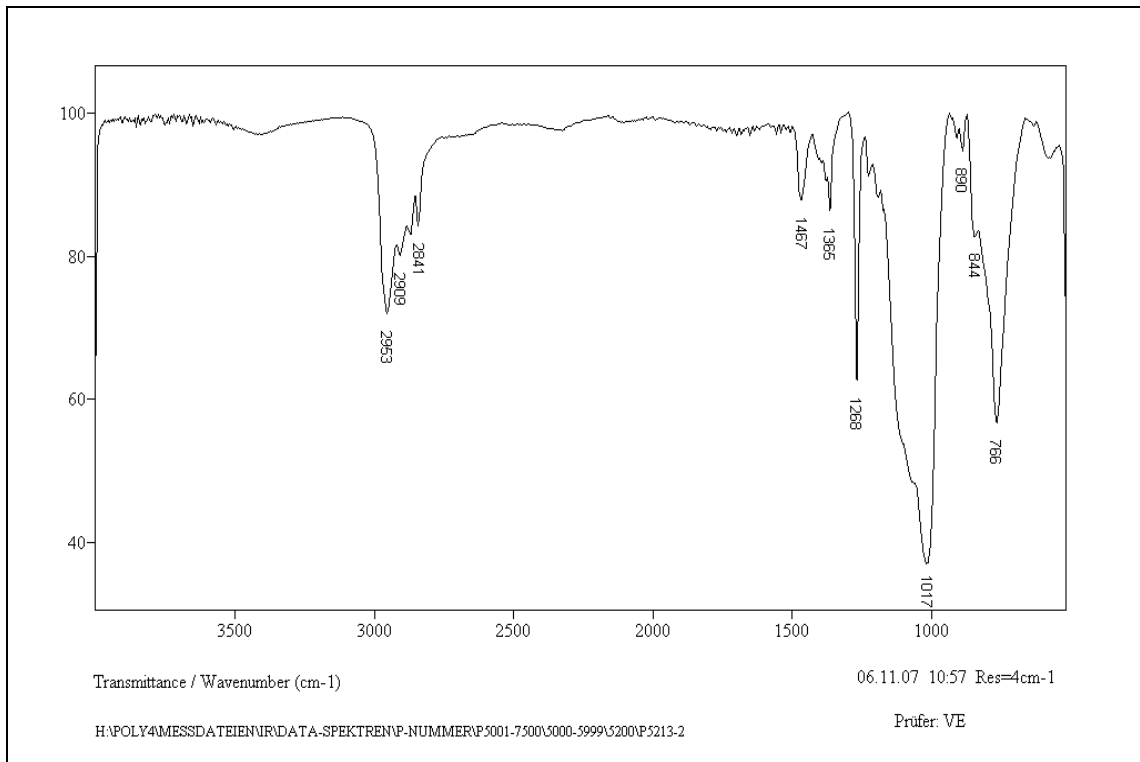


Bild 1: Infrarotspektrum von *Remmers Imprägniergrund*

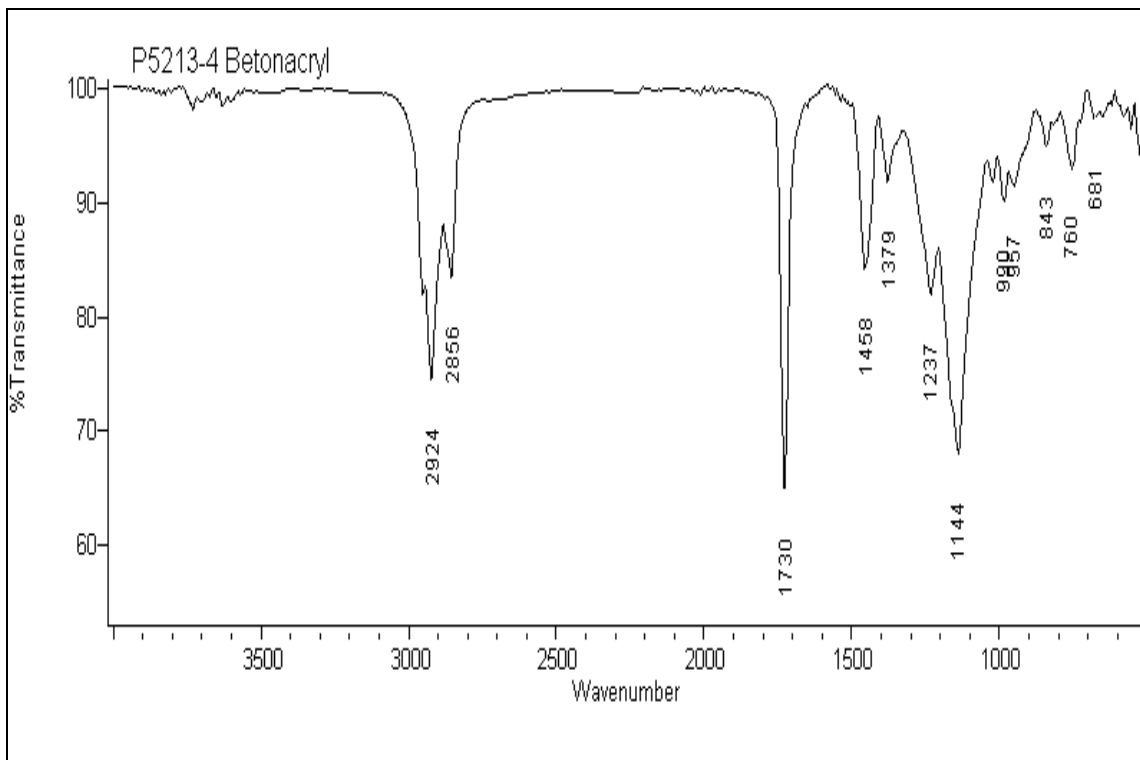


Bild 2: Infrarotspektrum von *Remmers Betonacryl*

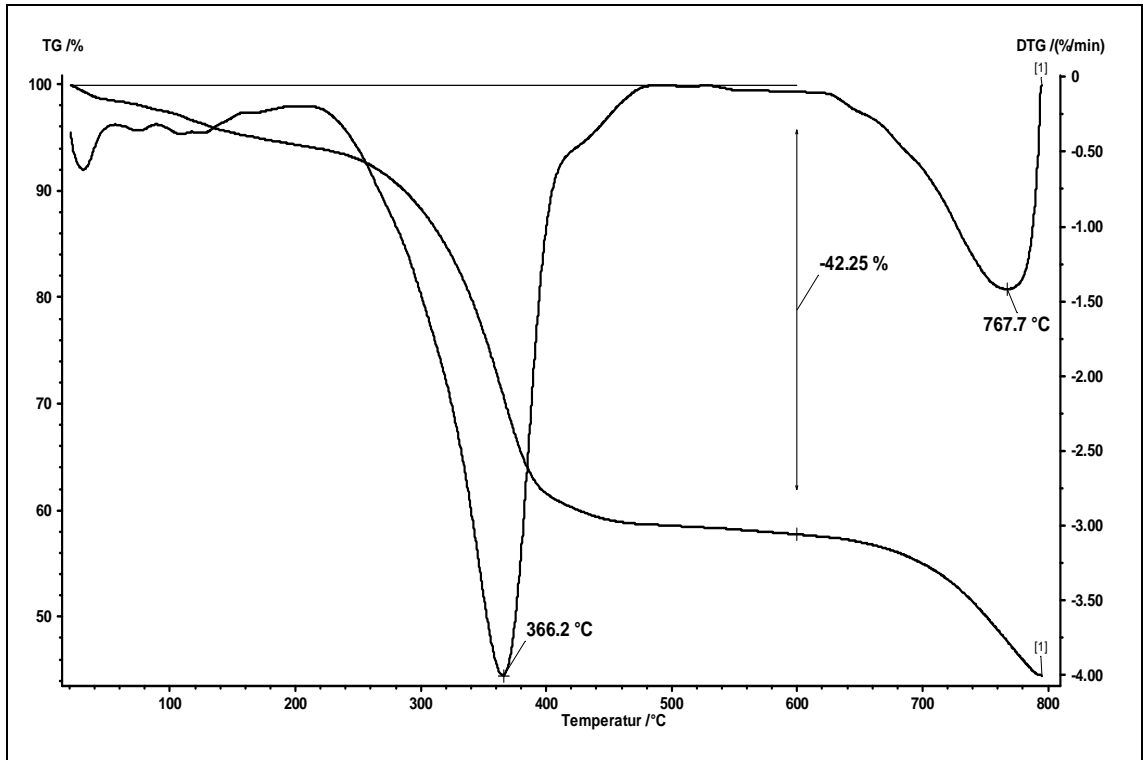


Bild 3: Thermogramm von *Remmers Betonacryl*

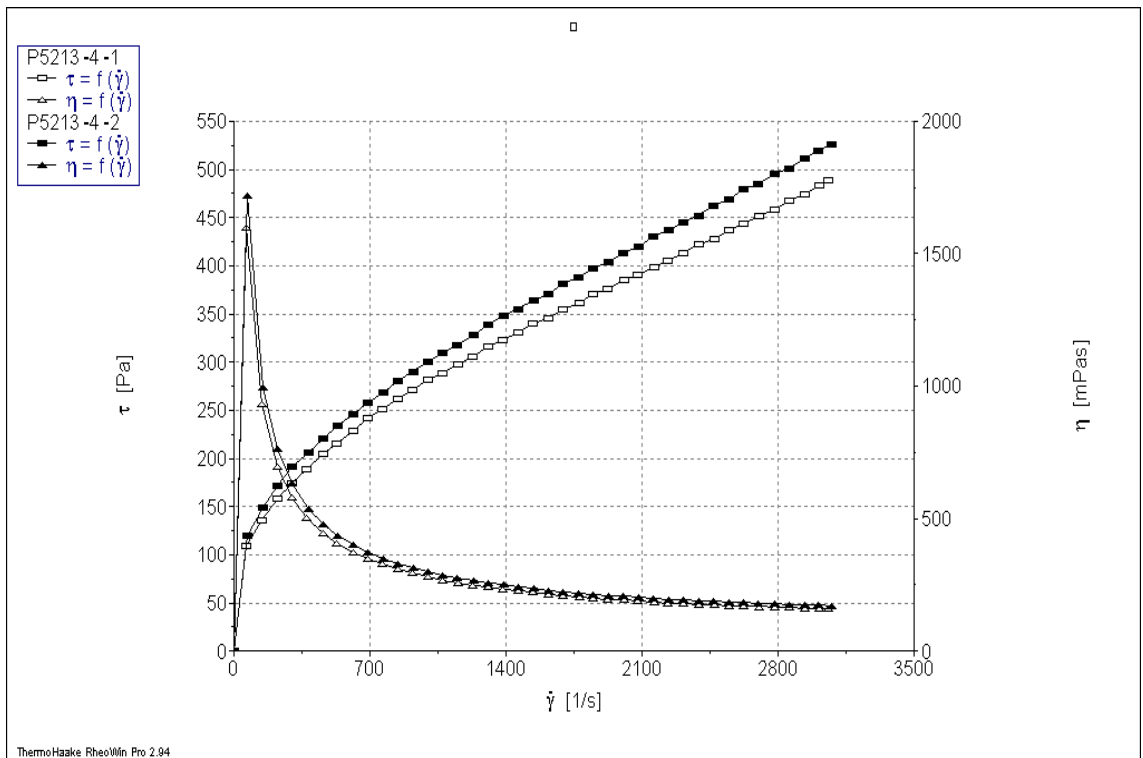


Bild 4: Viskositätskurve von *Remmers Betonacryl*

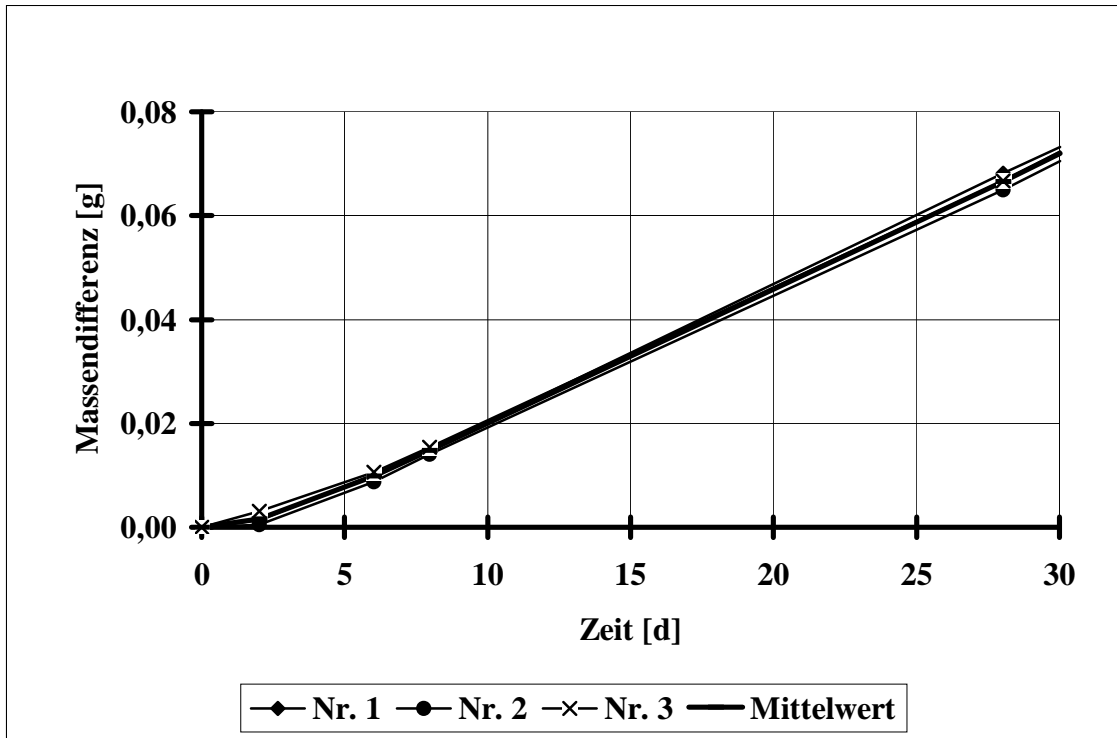


Bild 5: Kohlendioxid-Diffusion, Massenänderung in Abhängigkeit von der Zeit von *Remmers Betonacryl*

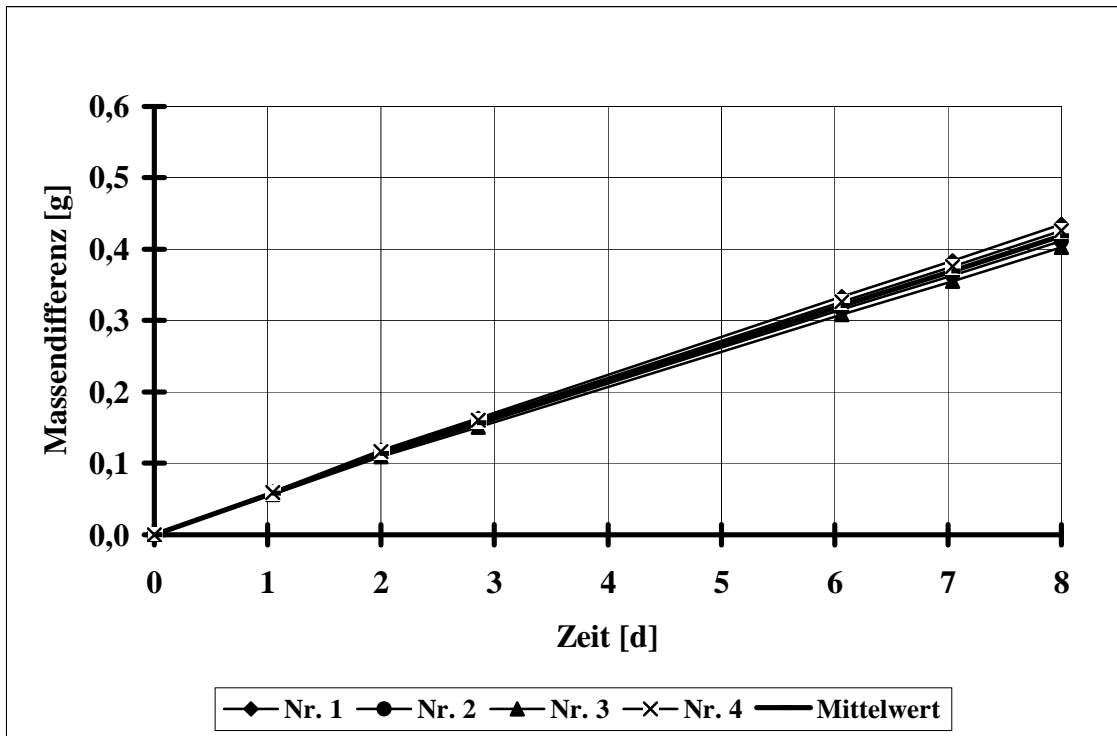


Bild 6: Wasserdampf-Diffusion, Massenänderung in Abhängigkeit von der Zeit von *Remmers Betonacryl*