

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



Prüfbericht

6552-2a

Prüfauftrag:

Prüfungen an dem Stoff

Remmers Funcosil IC

**für die Verwendung als hydrophobierende
Imprägnierung nach DIN EN 1504 - 2**

Auftraggeber:

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

Bearbeiter:

**J. Magner
J. Schillhofer**

Datum des Prüfberichtes:

04.11.2011

Dieser Prüfbericht umfasst:

**18 Seiten einschließlich Anhang 1
1 Anlage**

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

INHALTSVERZEICHNIS

1	VORGANG	3
2	PRÜFUNGSUMFANG	3
3	PROBENEINGANG	3
4	HERSTELLUNG DER PROBEKÖRPER	4
4.1	Verwendete Betongrundkörper	4
4.2	Vorlagerung der Betongrundkörper	5
4.3	Behandlung der Betongrundkörper vom Typ C(0,70).....	5
4.4	Behandlung der Betongrundkörper vom Typ C(0,45).....	5
5	PRÜFUNGEN	6
5.1	Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung.....	6
5.2	Eindringtiefe	8
5.3	Trocknungsprüfung	8
5.3.1	Konditionierung.....	9
5.3.2	Behandlung	9
5.3.3	Prüfung.....	10
5.3.4	Koeffizient der Trocknungsgeschwindigkeit	11
5.4	Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit	11
6	ERGEBNISSE	13
6.1	Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung.....	13
6.2	Eindringtiefe	14
6.3	Trocknungsprüfung	14
6.4	Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit	16
7	ZUSAMMENFASSUNG	17
	Anhang 1	18

Anlage



1 VORGANG

Das Polymer Institut wurde von der Remmers Baustofftechnik GmbH, Löningen, beauftragt, an dem Stoff

Remmers Funcosil IC

die Leistungsmerkmale für eine hydrophobierende Imprägnierung nach Tabelle 1 der DIN EN 1504-2 nachzuweisen.

2 PRÜFUNGSUMFANG

Für die Verwendung als hydrophobierende Imprägnierung wurden nach Tabelle 1 der DIN EN 1504-2 folgende Leistungsmerkmale untersucht.

Tabelle 1: Prüfungsumfang

Nr. der Tab. 1	Prüfverfahren	Norm
17	Widerstandsfähigkeit von hydrophobiertem Beton gegen Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung	DIN EN 13581
19	Eindringtiefe	DIN EN 1504-2, Tabelle 3
23	Wasseraufnahme- und Alkalibeständigkeitsprüfung von hydrophobierenden Imprägnierungen	DIN EN 13580
24	Trocknungsgeschwindigkeit bei hydrophobierender Imprägnierung	DIN EN 13579

3 PROBENEINGANG

Am 19.03.2010 sowie am 21.07.2011 wurden dem Polymer Institut folgende Proben zugesandt:

Tabelle 2: Probeneingang

Nr.	Stoff	Charge	Menge [kg]
1 bis 5	Remmers Funcosil IC	Laborcharge	5 x je 1
6	Remmers Funcosil IC	24190711	5

4 HERSTELLUNG DER PROBEKÖRPER

Die Applikation des Systems erfolgte durch einen Mitarbeiter des Polymer Instituts bei Normbedingungen gemäß DIN EN 23270.

4.1 Verwendete Betongrundkörper

Für die Prüfungen wurden Betonwürfel mit der Kantenlänge von 100 mm nach der Norm für Referenzbeton DIN EN 1766 „*Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Referenzbetone für Prüfungen*“ verwendet.

Die Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung sowie die Bestimmung der Eindringtiefe erfolgte an einem Betontyp C(0,70) nach folgender Zusammensetzung bzw. mit folgenden Eigenschaften:

Gesteinkörnung:	quarzitisch
Größtkorn:	16 mm
Wasserzementwert:	0,70
Zementgehalt:	275 kg/m ³
Zement:	CEM I 42,5 R
Festigkeitsklasse:	C25/30 nach 28 Tagen
Alter bei Prüfung:	90 Tage
Wasseraufnahme:	> 5 [M.-%], in Anlehnung an DIN EN 13057 „ <i>Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung der kapillaren Wasseraufnahme</i> “

Die Durchführung der Trocknungsprüfung gemäß DIN EN 13579 mit anschließender Bestimmung der Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit gemäß DIN EN 13580 erfolgte an einem Betontyp C(0,45) nach folgender Zusammensetzung bzw. mit folgenden Eigenschaften:

Gesteinkörnung:	quarzitische, ofentrockene Rheinsande, -kies
Größtkorn:	16 mm
Wasser-Zementwert:	0,45
Zementgehalt:	375 kg/m ³
Zement:	CEM I 42,5 R
Fließmittel:	Addiment Fließmittel F
Festigkeitsklasse:	C40/50 nach 28 Tagen
Alter bei Prüfung:	28 Tage



4.2 Vorlagerung der Betongrundkörper

Für die Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung sowie die Bestimmung der Eindringtiefe wurden Würfel vom Typ C(0,70) für 7 Tage bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ / $(50 \pm 5)\%$ r. F. gelagert. Zum Zeitpunkt der Prüfung waren die Betongrundkörper älter als 90 Tage und lagerten in der Zwischenzeit bei Raumtemperatur.

Die Betonwürfel vom Typ C(0,45) wurden im Polymer Institut gemäß DIN EN 1766 hergestellt und bis zum Alter von 28 Tagen unter Wasser gelagert.

4.3 Behandlung der Betongrundkörper vom Typ C(0,70)

Die Behandlung der Würfel mit dem Stoff *Remmers Funcosil IC* erfolgte durch Streichen der einzelnen Würfelseiten. Die aufgetragene Menge an *Remmers Funcosil IC* betrug 400 g/m² bei den Probekörpern für die Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung.

Die Würfel für die Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung sowie für die Bestimmung der Eindringtiefe wurden bis zur Prüfung bei Normbedingungen gemäß DIN EN 23270 gelagert.

4.4 Behandlung der Betongrundkörper vom Typ C(0,45)

Die Betonwürfel für die Trocknungsprüfung gemäß DIN EN 13579 mit anschließender Bestimmung der Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit gemäß DIN EN 13580 wurden nach der Behandlung entsprechend den jeweiligen Prüfbedingungen gelagert.

Genaue Angaben zur Applikation werden in den entsprechenden Abschnitten gemacht.



5 PRÜFUNGEN

5.1 Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung

Die Masse W_0 der vier behandelten und vier unbehandelten Betongrundkörper wurde 24 Stunden vor Beginn der Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung bestimmt. Anschließend wurden je zwei Betongrundkörper in einen Messingbehälter entsprechend Abschnitt 5.3 der DIN EN 13581 „*Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung des Masseverlustes von hydrophobiertem Beton nach der Beanspruchung durch Frost-Tausalz-Wechsel*“ eingelagert und dieser mit einer 3 %-igen NaCl-Lösung, Füllhöhe rund 20 mm über Oberkante Probekörper, befüllt.

Nach 24 Stunden Lagerung in der 3 %-igen NaCl-Lösung wurde die Masse der Probekörper W_e bestimmt und daraus mit Gleichung 1 die Massezunahme C_{abs} berechnet:

$$C_{abs} = \frac{W_e - W_0}{W_e} \cdot 100 \quad \text{in [M.-%]} \quad \text{Gleichung 1}$$

C_{abs} : Von einem Würfel aufgenommene Menge an Flüssigkeit während des Eintauchens in 3 %-ige NaCl-Lösung

W_0 : Masse eines Würfels vor dem Eintauchen in 3 %-ige NaCl-Lösung

W_e : Masse eines Würfels nach dem Eintauchen in 3 %-ige NaCl-Lösung

Unmittelbar danach wurden die Messingbehälter über 50 Zyklen je 16 h bei $(-15 \pm 2)^\circ\text{C}$ und 8 h bei $(+20 \pm 2)^\circ\text{C}$ in die Bewitterungseinrichtung eingelagert. Der Masseverlust wurde alle 5 Zyklen durch Wägung bestimmt. Hierzu wurden die Probekörper der NaCl-Lösung entnommen, oberflächlich getrocknet und vor der Wägung mit einer handelsüblichen Wurzelbürste abgebürstet.

Die Masseänderung ΔW_n (n ist die Anzahl der Zyklen) ist entsprechend Gleichung 2 zu berechnen:

$$\Delta W_n = \frac{W_n - W_e}{W_e} \cdot 100 \quad \text{in [M.-%]} \quad \text{Gleichung 2}$$

ΔW_n : Masseänderung nach n Zyklen

W_n : Masse eines Würfels nach n Zyklen

W_e : Masse eines Würfels nach 24 Stunden Eintauchen in 3 %-ige NaCl-Lösung

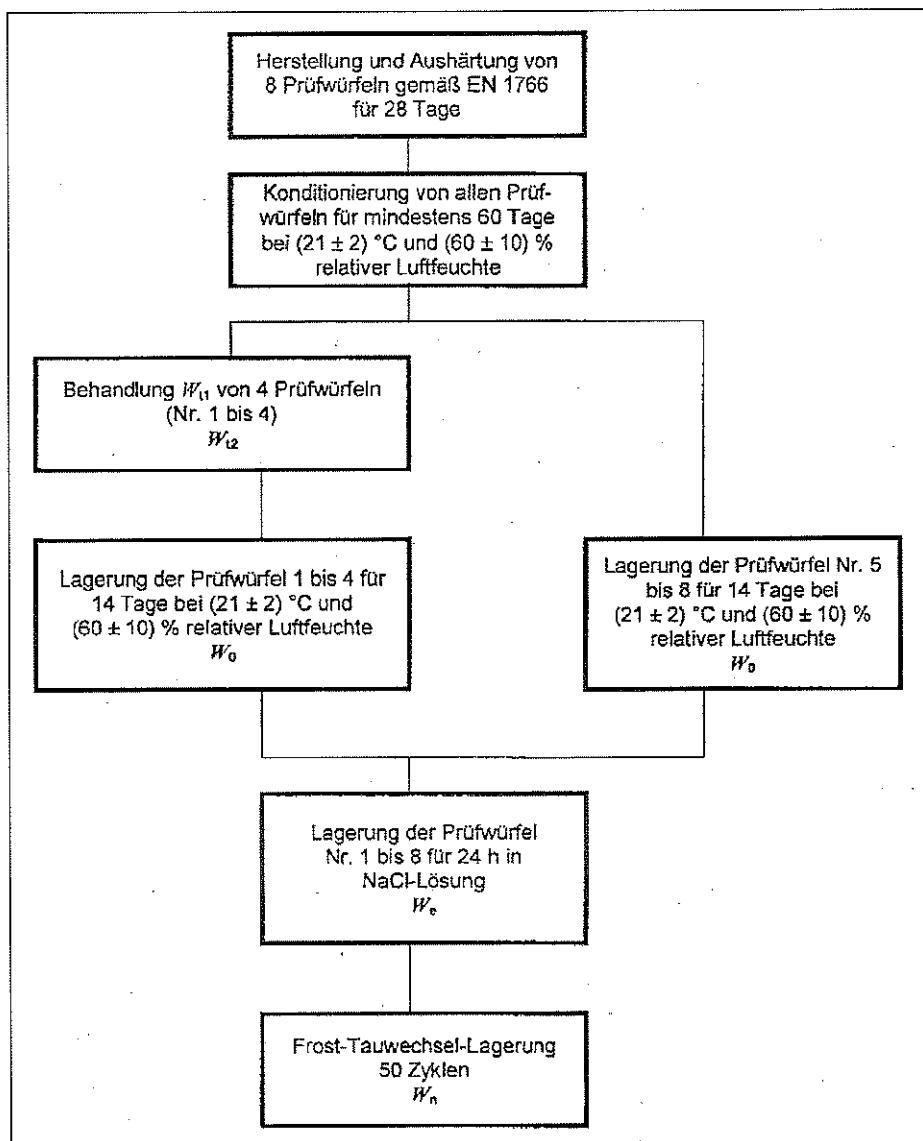


Bild 1: Flussdiagramm für die Durchführung der Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung (Bild B.1 aus Anhang B der DIN EN 13581)

5.2 Eindringtiefe

Die Behandlung der Betonwürfel vom Typ C(0,70) mit dem Stoff *Remmers Funcosil IC* erfolgte durch einen Mitarbeiter des Polymer Institutes durch Pinselapplikation je Würfelfläche mit 400g/m².

Nach der Behandlung wurden die Würfel für 7 Tage bei Normbedingungen gemäß DIN EN 23270 gelagert.

Zur Bestimmung der Eindringtiefe wurden drei Würfel mittels Druckpresse mittig gespalten und die frischen Bruchflächen kurz in Wasser eingetaucht.

Nach rund 5 Minuten waren die Bruchflächen soweit abgetrocknet, dass die Eindringtiefe visuell bestimmt werden konnte. Dazu wurden die Bruchflächen unter Auflicht mittels Lineal vermessen.

5.3 Trocknungsprüfung

Für die Bestimmung der Trocknungsgeschwindigkeit wurden Würfel vom Betontyp C(0,45) gemäß DIN EN 1766 hergestellt und unter Wasser gelagert.

Im Alter von 28 Tagen wurden die Würfel aus dem Wasserbad entnommen und entsprechend DIN EN 13579 die Masse W_{ssd} der wassergesättigten, oberflächig trockenen Würfel durch wägen bestimmt.

Drei Würfel wurden bei $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ über 7 Tage im Ofen getrocknet. Anschließend wurde durch wägen die Masse W_{od} bestimmt und der Feuchtegehalt M_{ssd} nach Gleichung 3 berechnet. Diese Würfel wurden nicht weiter verwendet.

$$M_{ssd} = \frac{W_{ssd} - W_{od}}{W_{od}} \cdot 100 \quad \text{in [M.-%]} \quad \text{Gleichung 3}$$

M_{ssd} : Feuchtegehalt eines Würfels im wassersatten, oberflächig trockenen Zustand

W_{ssd} : Masse eines Würfels im wassersatten, oberflächig trockenen Zustand

W_{od} : Masse eines Würfels im ofentrockenen Zustand

Die abgeschätzte Masse im ofentrockenen Zustand W'_{od} der übrigen Würfel wurde entsprechend Gleichung 4 berechnet:

$$W'_{od} = \frac{W_{ssd}}{\left(1 + \frac{M_m}{100}\right)} \quad \text{in [g]} \quad \text{Gleichung 4}$$

W'_{od} : abgeschätzte Masse eines Würfels im ofentrockenen Zustand

W_{ssd} : Masse eines Würfels im wassersatten, oberflächig trockenen Zustand

M_m : mittlere Feuchtegehalt der drei im Ofen getrockneten Würfel

5.3.1 Konditionierung

Sechs Würfel wurden gemäß DIN EN 13579 für 7 Tage bei $(21 \pm 2)^\circ\text{C}$ / $(60 \pm 10)\%$ r. F. konditioniert. Anschließend wurde durch wägen die Masse W_t bestimmt und der abgeschätzte Feuchtegehalt M'_t jedes Würfels entsprechend Gleichung 5 berechnet:

$$M'_t = \frac{W_t - W'_{od}}{W'_{od}} \cdot 100 \quad \text{in [M.-%]} \quad \text{Gleichung 5}$$

M'_t : abgeschätzter Feuchtegehalt eines Würfels nach der Konditionierung

W_t : tatsächliche Masse eines Würfels nach der Konditionierung

W'_{od} : abgeschätzte Masse eines Würfels im ofentrockenen Zustand

5.3.2 Behandlung

Nach der Konditionierung wurden sechs Würfel entsprechend DIN EN 13579 behandelt und gelagert. Parallel hierzu lagerten drei unbehandelte Würfel unter den gleichen Bedingungen.

Die Behandlung der Würfel mit dem zu prüfenden Stoff *Remmers Funcosil IC* erfolgte durch einen Mitarbeiter des Polymer Institutes durch Pinselapplikation je Würfelfläche. Es wurden zwei Serien mit unterschiedlicher Applikationsart hergestellt. Drei Würfel wurden einmalig mit ca. 400 g/m^2 behandelt, die restlichen drei Würfel mit zwei Arbeitsgängen von je 200 g/m^2 mit 15 Minuten Eindringzeit und zwei Stunden Wartezeit zwischen den beiden Arbeitsgängen.

Unmittelbar vor der Behandlung sowie nach der Behandlung jeder Würfelfläche wurden durch wägen die Massen W_{t1} bzw. W_{t2} bestimmt und der Materialverbrauch C_n für jede Würfelfläche entsprechend Gleichung 6 berechnet:

$$C_n = \frac{W_{t2} - W_{t1}}{0,01} \quad \text{in [g/m}^2\text{]} \quad \text{Gleichung 6}$$

C_n : Verbrauch an Hydrophobierung für jede Fläche eines Würfels während der Behandlung

W_{t1} : Masse eines Würfels unmittelbar vor der Behandlung

W_{t2} : Masse eines Würfels unmittelbar nach der Behandlung einer Seite

Aus den Materialverbräuchen C_n wurde der mittlere Verbrauch C_m für jeden Würfel berechnet.

Nach der Behandlung lagerten die Würfel 48 Stunden bei Normbedingungen.



5.3.3 Prüfung

Die Trocknungsgeschwindigkeit der sechs behandelten Würfel und der drei unbehandelten Würfel wurde durch Messung ihres Masseverlustes in einem definierten Klima ermittelt.

Unbehandelte Würfel

Unmittelbar nach der 7-tägigen Konditionierung wurden die drei unbehandelten Würfel gewogen und die Masse d_0 bestimmt.

Anschließend wurden die Würfel im Prüfklima bei $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ / $(40 \pm 5)\%$ r. F. gelagert. Weitere Wägungen erfolgten nach 6 h zur Ermittlung der Masse d_1 und nach 24 h zur Ermittlung der Masse d_2 .

Die Trocknungsgeschwindigkeit D_u eines jeden Würfels wurde entsprechend Gleichung 7 berechnet.

$$D_u = \frac{d_1 - d_2}{0,06 \cdot 18} \quad \text{in } \left[\frac{\text{g}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \right] \quad \text{Gleichung 7}$$

D_u : Trocknungsgeschwindigkeit eines unbehandelten Würfels
 d_1 : Masse eines Würfels nach 6 h Trocknung im Prüfklima
 d_2 : Masse eines Würfels am Ende der Trocknungsprüfung

Behandelte Würfel

Die sechs behandelten Würfel wurden 48 h nach Beginn der Behandlung zur Ermittlung der Massen d_0 gewogen.

Anschließend wurden die Würfel im Prüfklima bei $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ / $(40 \pm 5)\%$ r. F. gelagert. Weitere Wägungen erfolgten nach 24 h zur Ermittlung der Masse d_1 und nach 48 h zur Ermittlung der Masse d_2 .

Die Trocknungsgeschwindigkeit D_t eines jeden Würfels wurde entsprechend Gleichung 8 berechnet.

$$D_t = \frac{d_1 - d_2}{0,06 \cdot 24} \quad \text{in } \left[\frac{\text{g}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \right] \quad \text{Gleichung 8}$$

D_t : Trocknungsgeschwindigkeit eines behandelten Würfels
 d_1 : Masse eines Würfels nach 24 h Trocknung im Prüfklima
 d_2 : Masse des Würfels am Ende der Trocknungsprüfung

5.3.4 Koeffizient der Trocknungsgeschwindigkeit

Der Koeffizient der Trocknungsgeschwindigkeit DRC wurde entsprechend Gleichung 9 aus den Mittelwerten der Trocknungsgeschwindigkeiten D_u und D_t berechnet:

$$DRC = \frac{D_{tm}}{D_{um}} \cdot 100 \quad \text{in [%]} \quad \text{Gleichung 9}$$

DRC : Koeffizient der Trocknungsgeschwindigkeit

D_{tm} : mittlere Trocknungsgeschwindigkeit der behandelten Würfel

D_{um} : mittlere Trocknungsgeschwindigkeit der unbehandelten Würfel

Zur Bestimmung der Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit gemäß DIN EN 13580 wurden nach Abschluss der Prüfung die behandelten und die unbehandelten Würfel in getrennten Behältern über einer gesättigten Kaliumsulfatlösung gelagert.

5.4 Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit

Die Bestimmung der Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit gemäß DIN EN 13580 erfolgte an den nach Abschnitt 5.2 hergestellten und geprüften Betonwürfeln vom Typ C(0,45), die nach der Trocknungsprüfung in getrennten Behältern über einer gesättigten Kaliumsulfatlösung gelagert wurden.

Mit der Bestimmung der Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit wurde 14 Tage nach der Behandlung der Würfel mit den Hydrophobierungsmitteln begonnen.

Zunächst wurden die Massen i_1 der Würfel durch wägen bestimmt. Anschließend wurden die Würfel in Behältern mit entmineralisiertem Wasser eingelagert, wobei der Wasserüberstand mindestens 25 mm betrug.

Nach 1 Stunde bzw. nach 24 Stunden wurden die unbehandelten und die behandelten Würfel aus den Behältern entnommen, mit einem saugfähigen Tuch oberflächig getrocknet und durch wägen die Massen i_2 bestimmt.

Die Wasseraufnahme der unbehandelten Würfel (Nr. 10-12) wurde entsprechend Gleichung 10

$$I_u = \frac{i_2 - i_1}{0,06 \cdot \sqrt{1}} \quad \text{in} \left[\frac{g}{m^2 \cdot h^{0,5}} \right] \quad \text{Gleichung 10}$$

und für die behandelten Würfel (Nr. 4-6 bzw. 4a-6a) entsprechend Gleichung 11 berechnet.

$$I_t = \frac{i_2 - i_1}{0,06 \cdot \sqrt{24}} \quad \text{in} \left[\frac{g}{m^2 \cdot h^{0,5}} \right] \quad \text{Gleichung 11}$$

- I_u : Geschwindigkeit der Massezunahme eines unbehandelten Würfels
 I_t : Geschwindigkeit der Massezunahme eines behandelten Würfels
 i_1 : Masse eines Würfels vor dem Eintauchen
 i_2 : Masse eines Würfels nach dem Eintauchen

Hieraus wurde nach Gleichung 12 der Absorptionskoeffizient AR berechnet:

$$AR = \frac{I_{tm}}{I_{um}} \cdot 100 \quad \text{in [%]} \quad \text{Gleichung 12}$$

- AR : Absorptionskoeffizient
 I_{tm} : Mittlere Geschwindigkeit der Massezunahme von drei behandelten Würfeln
 I_{um} : Mittlere Geschwindigkeit der Massezunahme von drei unbehandelten Würfeln

Unmittelbar nach der Eintauchprüfung wurden die behandelten Würfel für 21 Tage in einer definierten Kaliumhydroxidlösung (5,6 g KOH/Liter) gelagert und anschließend bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ / $(50 \pm 5)\%$ r. F. auf die Ausgangsmasse $i_1 \pm 2$ g zurückgetrocknet.

Zur Bestimmung der Wasseraufnahme der Würfel nach Alkalilagerung wurde eine erneute Eintauchprüfung durchgeführt und analog zu Gleichung 9 die Geschwindigkeit der Massezunahme $I_{t(alk)}$ der behandelten Würfel ermittelt.

Entsprechend Gleichung 13 wurde daraus der Absorptionskoeffizient AR_{alk} berechnet.

$$AR_{alk} = \frac{I_{tm(alk)}}{I_{um}} \cdot 100 \quad \text{in [%]} \quad \text{Gleichung 13}$$

- AR_{alk} : Absorptionskoeffizient nach der Alkalibbeanspruchung
 $I_{tm(alk)}$: Mittlere Geschwindigkeit der Massezunahme von drei behandelten Würfeln nach der Alkalibbeanspruchung
 I_{um} : Mittlere Geschwindigkeit der Massezunahme von drei unbehandelten Würfeln

6 ERGEBNISSE

6.1 Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung

Tabelle 3: Aufnahme der 3 %-ige NaCl-Lösung von Betontyp C(0,70)

Würfel Nr.	Aufnahme 3 %-ige NaCl-Lösung unbehandelte Würfel C_u [M.-%]	Aufnahme 3 %-ige NaCl-Lösung Würfel mit Remmers Funcosil IC C_t [M.-%]
1	4,9	
2	4,2	
3	4,8	
4	4,2	
5		0,12
6		0,13
7		0,15
8		0,12
MW	4,5	0,13

*Tabelle 4: Mittelwert der Masseänderung von Betontyp C(0,70)
während der Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung*

Würfel Nr.	Mittelwert der Masseänderung [M.-%]										
	Anzahl der Zyklen										
	1	5	11	15	20	25	32	36	40	46	50
unbehandelt Pk 11 - 14	+ 5,0	+0,4	-10,6	-32,9	-48,1	-65,6	-83,2	-84,6	-100	-100	-100
mit Remmers Funcosil IC Pk 1-4	+0,2	+0,5	+1,0	+1,4	+2,0	+2,0	+1,7	+1,2	-24,4	-100	-100
Referenzstoff											
PK 7 + 8	+0,3	+4,1	+4,6	+4,7	-23,4	-53,0	-100	-100	-100	-100	-100

Die grafische Darstellung der in Tabelle 4 angegebenen Mittelwerte ist der Anlage zu entnehmen. Mit dem Stoff *Remmers Funcosil IC* wurde eine Verschiebung des Masseverlustes > 20 Zyklen gegenüber den unbehandelten Betongrundkörper erreicht.

6.2 Eindringtiefe

Die Ergebnisse der Eindringtiefe nach DIN EN 1504-2, Tabelle 3 für den Stoff *Remmers Funcosil IC* sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Eindringtiefe und Verbrauchsmengen mit Betontyp C(0,70)

Würfel Nr.	aufgetragene Menge [g/m ²]	Eindringtiefe in [mm]				Mittelwert
		Seite 1	2	3	4	
10	400	16	10	15	15	14
11		13	16	14	15	
12		16	15	16	14	

6.3 Trocknungsprüfung

Die Ergebnisse der Trocknungsprüfung gemäß DIN EN 13579 für den Stoff *Remmers Funcosil IC* sind in den Tabelle 6 bis 9 zusammengefasst.

Tabelle 6: Feuchtegehalt und Stoffaufnahme, einmalige Applikation

Stoff	Würfel Nr.	Feuchtegehalt (7d bei 105 °C) M _{ssd} [M.-%]		Feuchtegehalt vor Behandlung M' _t [M.-%]		Stoffaufnahme C _m [g/m ²]	
		EW	MW	EW	MW	EW	MW
ohne Hydrophobierung	1	5,0	5,0	-	-	-	-
	2	4,9					
	3	5,0					
ohne Hydrophobierung	7	-	-	4,3	4,3	403	-
	8			4,2			
	9			4,2			
Remmers Funcosil IC	4	-	-	4,4	402	400	402
	5			4,4			
	6			4,3			

EW: Einzelwert

MW: Mittelwert

Tabelle 7: Trocknungskoeffizient, einmalige Applikation

Stoff	WürfelNr.	Trocknungs- geschwindigkeit D_t [g/(m ² ·h)]		Trocknungs- koeffizient DRC [%]
		EW	MW	
Remmers Funcosil IC	4	0,63	0,65	53,8
	5	0,69		
	6	0,63		

EW: Einzelwert

MW: Mittelwert

Tabelle 8: Feuchtegehalt und Stoffaufnahme, zweimalige Applikation

Stoff	Würfel Nr.	Feuchtegehalt (7d bei 105 °C) M_{ssd} [M.-%]		Feuchtegehalt vor Behandlung M'_t [M.-%]		Stoffaufnahme je AG C_m [g/m ²]	
		EW	MW	EW	MW	EW	MW
ohne Hydrophobierung	1	5,0	5,0	-	-	210/ 202	-
	2	4,9					
	3	5,0					
ohne Hydrophobierung	7	-	-	4,3	4,3	212/ 202	-
	8			4,2			
	9			4,2			
Remmers Funcosil IC	4a	-	-	4,4	4,3	212/ 202	210/ 202
	5a			4,3		208/ 202	
	6a			4,4		202	

EW: Einzelwert

MW: Mittelwert



Tabelle 9: Trocknungskoeffizient, zweimalige Applikation

Stoff	WürfelNr.	Trocknungs- geschwindigkeit D_t [g/(m ² ·h)]		Trocknungs- koeffizient DRC [%]
		EW	MW	
Remmers Funcosil IC	4a	0,73	0,54	45,2
	5a	0,69		
	6a	0,21		

EW: Einzelwert

MW: Mittelwert

6.4 Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit

Die Ergebnisse der Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit gemäß DIN EN 13580 für den Stoff *Remmers Funcosil IC* in den unterschiedlichen Applikationen sind in Tabelle 10 und 11 zusammengefasst.

Tabelle 10: Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit, einmalige Applikation

Stoff	Würfel Nr.	Absorptionskoeffizient [%]	
		AR	AR _{alk}
Remmers Funcosil IC	4-6	7,4	9,9

Tabelle 11: Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit, zweimalige Applikation

Stoff	Würfel Nr.	Absorptionskoeffizient [%]	
		AR	AR _{alk}
Remmers Funcosil IC	4a-6a	7,3	9,9

7 ZUSAMMENFASSUNG

Das Polymer Institut führte im Auftrag der Remmers Baustofftechnik GmbH, Lünen,
Prüfungen an dem Stoff

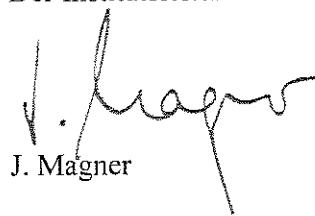
Remmers Funcosil IC

zum Nachweis der Leistungsmerkmale für eine hydrophobierende Imprägnierung gemäß
DIN EN 1504-2, Tabelle 1 durch.

Die Ergebnisse sind im Anhang 1 den Anforderungen der DIN 1504-2, Tabelle 3
gegenübergestellt.

Flörsheim-Wicker, 04.11.2011

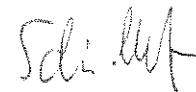
Der Institutsleiter



J. Magner



Der Sachbearbeiter



J. Schillhofer



Polymer Institut

Anhang 1

Zusammenfassung der Ergebnisse

Remmers Funcosil IC

Nr. der Tabelle 1	Leistungsmerkmal nach DIN EN 1504-2	Ergebnis	Anforderung
Prüfung auf Betontyp C (0,70)			
17	Widerstandsfähigkeit von hydrophobiertem Beton gegen Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung	$\Delta > 20$ (Bild 1 in Anlage)	Masseverlust der Imprägnierung darf gegenüber dem Nullbeton erst bei einer Zyklendifferenz $\Delta \geq 20$ einsetzen
19	Eindringtiefe	Mittelwert: 14 mm (Bild 2 - 4 in Anlage)	Klasse I: < 10 mm Klasse II: > 10 mm
Prüfungen auf Betontyp C (0,45), einmalig appliziert			
23	Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit	$AR = 7,4 \%$ $AR_{alk} = 9,9 \%$	$AR < 7,5 \%$ $AR_{alk} < 10,0 \%$
24	Trocknungsgeschwindigkeit	$DRC = 53,8 \%$	Klasse I > 30 % Klasse II > 10 %
Prüfungen auf Betontyp C (0,45), zweimalig appliziert			
23	Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit	$AR = 7,3 \%$ $AR_{alk} = 9,9 \%$	$AR < 7,5 \%$ $AR_{alk} < 10,0 \%$
24	Trocknungsgeschwindigkeit	$DRC = 45,2 \%$	Klasse I > 30 % Klasse II > 10 %

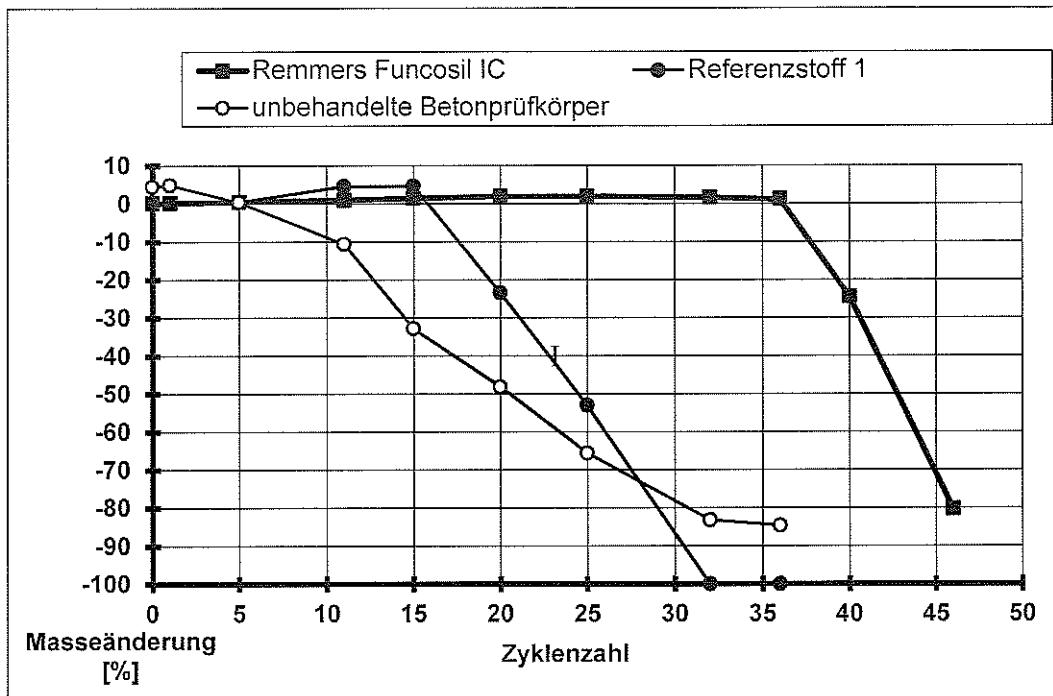


Bild 1: Zeitlicher Verlauf der Masseänderung bei Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung



Bild 2: Eindringtiefe an Würfel Nr. 1- (schwarz markiert)



Bild 3: Eindringtiefe an Würfel Nr. 2 (schwarz markiert)



Bild 4: Eindringtiefe an Würfel Nr. 3 - (schwarz markiert)