



# Sonderdruck

## Internes Curing für den Beton

**baublatt**

Nr. 36, Ausgabe vom Freitag,  
9. September 2011, Seite 20–23



**BASF Construction Chemicals Europe AG**  
Geschäftsbereich Admixture Systems Schweiz  
Hardmattstraße 434  
5082 Kaisten, Schweiz  
T +41 (0)62 868 99 33  
F +41 (0)62 868 99 50  
info-as.ch@basf.com  
www.master-builders-solutions.basf.ch

 **BASF**  
The Chemical Company



Oft zu sehen, oft falsch interpretiert:  
Frühschwindrisse in frisch gegossenem Beton.

## Frühschwindrisse

# Internes Curing für den Beton

Frühschwindrisse sind ein häufiges Phänomen, das oft falsch interpretiert wird. Zwei Empa-Wissenschaftler haben die Prozesse untersucht, die zu solchen Schäden am frisch gegossenen Beton führen, und mit einem BASF-Fachmann eine Reihe von sogenannten Curing-Mitteln getestet, welche diese Rissbildung verhindern.

Von Andreas Leemann, Pietro Lura und René Bolliger\*

**B**eim Betonieren von horizontalen Flächen können bereits wenige Stunden nach dem Einbringen des Betons Risse entstehen. Sie treten also auf, bevor der Beton gehärtet ist, und laufen oft senkrecht durch den gesamten Betonquerschnitt. Es handelt sich hierbei um sogenannte Frühschwindrisse. Der Grund für ihre Entstehung liegt im Unterdruck in der Porenflüssigkeit des Betons, als Folge der Verdunstung von Wasser an der Oberfläche. Dieser Unterdruck verursacht das Bluten und ein rasches Setzen des Betons.

Ein kritischer Punkt wird nur wenige Stunden nach dem Einbringen des Materials erreicht, wenn sich der Beton nicht mehr setzt, ihm aber

weiter Wasser durch Verdunstung entzogen wird. An diesem Punkt tritt die Rissbildung auf. Deren Ausmass steht in direktem Zusammenhang zum Wasserverlust des Betons, zum Setzen und zur Grösse des Unterdruckes. Durch Nachbehandlung wie das Abdecken der Oberfläche mit einer Folie oder das Feuchthalten mit Wasser kann die Rissbildung verhindert werden. Oft wird aber nicht unmittelbar nach dem Taloschieren, sondern erst zu spät oder gar nicht nachbehandelt.

### Neue Nachweismethode entwickelt

Die Zusatzmittelindustrie hat Lösungen anzubieten. Hier kann unterschieden werden zwischen

Curing-Mitteln, die nach dem Taloschieren auf die mattfeuchte Betonoberfläche gesprüht werden, und solchen, die dem Beton bereits bei der Herstellung zugegeben werden (internes Curing). Bisher war es allerdings nicht möglich, die Wirkung dieser Mittel auf das Rissrisiko direkt nachzuweisen.

An der Empa wurde nun, basierend auf einer US-amerikanischen ASTM-Prüfung, im Rahmen eines cemsuisse-Projektes ein Versuchsaufbau entwickelt, der es gestattet, das Rissrisiko spezifischer Betone und die Wirksamkeit von Curing-Mitteln zu bestimmen. Im Folgenden wird das Rissrisiko einer Referenzmischung mit dem von drei Betonen mit solchen Curing-Mitteln verglichen.

## Vorgehensweise

Der Beton wurde mit CEM II/A-II 42.5 N und Alluvialkies hergestellt. Die beiden Produkte für internes Curing, MasterLife IC 100 und MasterRoc TCC 735, wurden während der Herstellung zugegeben, MasterKure 216WB nach dem Einbau auf die mattfeuchte Oberfläche gesprüht. Beim Referenzbeton und dem Beton mit MasterRoc TCC wurden zusätzlich die Biegezug- und Druckfestigkeit gemessen. Das Ausbreitmass bestimmten die Wissenschaftler sofort nach der Mischungsherstellung nach SN EN 12350-5. Die Rohdichte massen sie nach SN EN 12350-6 und den Luftgehalt nach SN EN 12350-7. Zusätzlich wurde das Bluten nach SN EN 480-4 für fünf Stunden eruiert. Die Risse selbst wurden nach ASTM C 1579-06 an zwei Proben pro Mischung untersucht.

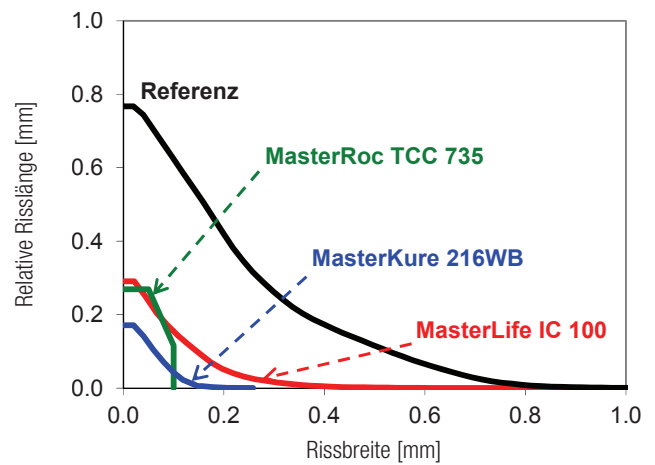
Zwei Schalungen (355 x 560 x 100 mm<sup>3</sup>) mit Stahlrippen, welche die Aufgabe haben, die Fröhschwindrisse zu initiieren, wurden mit Beton gefüllt und auf einem Vibriertisch verdichtet. Die Prüfkörper platzierte man in einer Klimakammer mit einer Temperatur von 30 plus/minus 1 Grad Celsius und einer relativen Feuchte von 45 plus/minus 5 Prozent in einem Windkanal (Windgeschwindigkeit 7 plus/minus 0,5 m/S). Den Risszeitpunkt hielten die Empa-Forscher durch eine visuelle Überprüfung alle 30 Minuten fest. Die Verteilung der Rissbreiten schliesslich wurde anhand von Bildanalysen der Betonoberfläche am Ende des Versuchs rund sechs Stunden nach der Betonherstellung bestimmt. Die minimale feststellbare Rissbreite mit diesem Verfahren ist 0,02 Millimeter. Die erhaltene Rissbreitenverteilung der beiden Prüfkörper wurde danach gemittelt.

Verdunstungsrate und Setzen wiederum wurden an denselben Prüfkörpern bestimmt wie die Fröhschwindrisse. Eine der beiden Schalungen stellte man hierzu auf eine Waage mit automatischer Datenaufzeichnung und berechnete die Verdunstungsrate mit einer Division des Massenverlustes durch die Oberfläche des Prüfkörpers. Das Setzen wurde mit kontaktlosen Lasern in Zeitabständen von jeweils 30 Sekunden bestimmt. Messbeginn war ungefähr 15 Minuten nach der Betonherstellung.

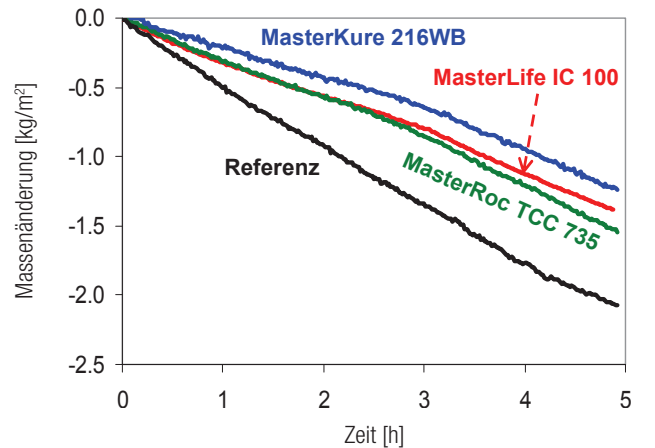
## Curing reduziert Risse

Die Verwendung der drei Curing-Mittel hatte im Vergleich zum Referenzbeton eine deutliche Reduktion der Rissbreiten zur Folge. In den Betonen mit Zusatzmitteln sind die Risse kaum sichtbar, wobei sie im Referenzbeton nach zwei Stunden entstanden, in jenen mit Zusatzmitteln nach drei Stunden. Bei der Variante Beton mit MasterRoc TCC 735 wurden keine Bilder aufgenommen, weil die Breiten für eine Bildanalyse zu klein waren und mit einer optischen Messlupe von Hand bestimmt werden mussten. FORTSETZUNG SEITE 22

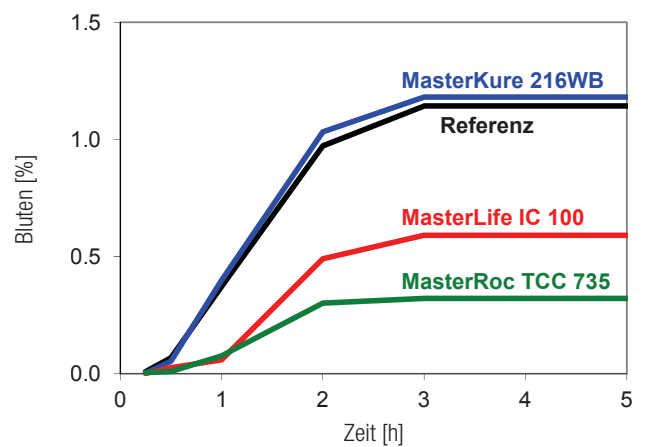
Relative Risslängen (bezogen auf die Prüfkörperbreite) als Funktion der Rissbreite. Schwarz ist die Referenzbeton.



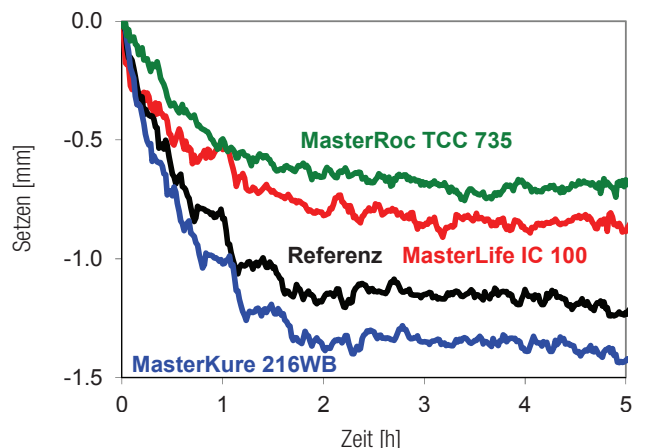
Die Massenänderung der Betone in kg/m<sup>2</sup>, hervorgerufen durch die Verdunstung von Wasser an der Oberfläche, als Funktion der Zeit.

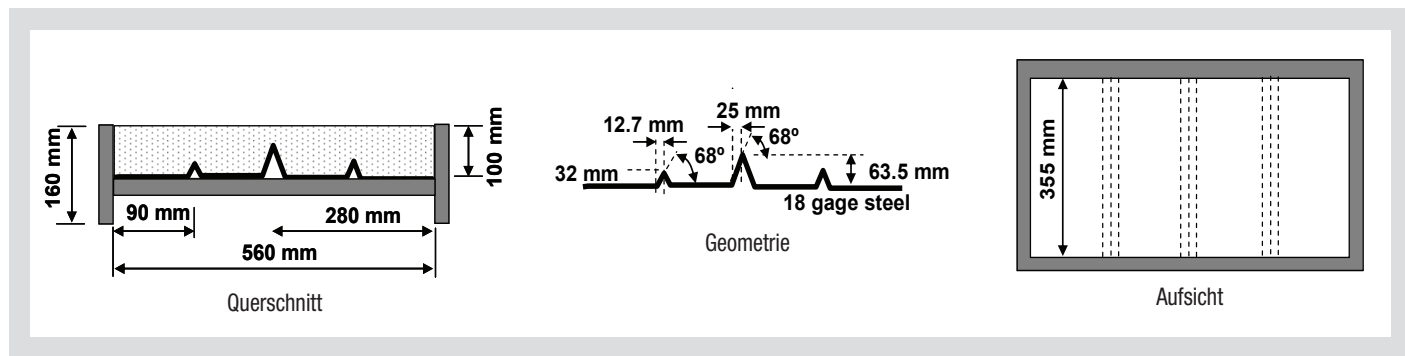


Bluten der vier Betone in Prozent als Funktion der Zeit. Klar ist zu sehen, dass das nachträglich aufgebrachte MasterKure hier keine Wirkung erzielt.



Das Setzen der Stoffe als Funktion der Zeit.





Zwei solcher Schalungen mit Stahlrippen wurden für die Tests mit Beton ausgegossen.

Die Massenänderung der Prüfkörper während der Prüfung ist auf das Verdunsten von Wasser an der Betonoberfläche zurückzuführen. Hier zeigte sich, dass die Zugabe von MasterLife IC 100 und MasterRoc TCC 735 beziehungsweise das Aufsprühen von MasterKure 216WB die Menge an Wasser, die in den ersten Stunden von der Oberfläche verdunstet, substanziiell reduziert. MasterLife und MasterRoc sorgten auch für eine Minderung des anfänglichen Blutens wie auch der Gesamtmenge an Blutwasser. Diese Beobachtung deckt sich mit der Menge an verdunstetem Wasser. MasterKure zeigt dagegen keinen Einfluss auf das Bluten, da es auf der Betonoberfläche und nicht über den Querschnitt wirkt. Auch das Setzen wird durch die Zusatzmittel deutlich verringert, wobei auch hier das oberflächlich aufgebraachte MasterKure keinen Einfluss hatte.

**Verdunstung einschränken**

Der Einfluss von MasterRoc TCC 735 auf die Entwicklung der Druckfestigkeit ist so klein, dass sie

innerhalb der üblichen Streuung von Beton identischer Zusammensetzung liegt. Die Biegezugfestigkeit liegt im Alter von 27 respektive 28 Tagen im Durchschnitt im Vergleich zum Referenzbeton 8 Prozent tiefer. Zusammengefasst wurde festgestellt, dass MasterLife IC 100, MasterRoc TCC 735 und MasterKure 216WB das Risiko der Frühschwindriss-Bildung im Beton verringern; sowohl bezüglich deren maximaler Breite als auch der Gesamtlänge. Dies erreichen die Zusatzmittel, indem sie die Wasserverdunstung an der Oberfläche einschränken. Wie die Resultate des Setzens und des Blutens zeigen, erreichen sie das auf unterschiedliche Weise. MasterLife und MasterRoc, die beigemischt werden, verringern einerseits die Mobilität des Wassers im Porensystem des Betons. Dadurch blutet er weniger und setzt sich weniger stark, wie die Experimente deutlich zeigen. Andererseits bilden die beiden paraffinhaltigen Produkte einen dünnen Film auf der Oberfläche, was die Verdunstung von Wasser noch weiter einschränkt. Das nach-

**INFO**

**Nachbehandlungsmittel:**

**MasterLife IC 100**

Internes Nachbehandlungsmittel für Beton  
Chemische Basis: Wässrige Paraffindispersion

**MasterRoc TCC 735**

Veredler für Spritzbeton  
Chemische Basis: Wässrige Paraffindispersion

**MasterKure 216WB**

Verdunstungsschutz für Betonoberflächen  
Chemische Basis: Wässrige Paraffindispersion, lösemittelfrei

träglich und nur oberflächlich applizierte, ebenfalls paraffinhaltige MasterKure 216WB hingegen bildet einen Film auf dem Blutungswasser. Damit schränkt es die Verdunstung ein und hält die Betonoberfläche feucht.

Da MasterLife IC 100 und MasterRoc TCC 735 die Mobilität des Wassers im Porensystem verringern und unter Umständen die Zementhydratation beeinflussen, kann eine unterschiedliche Festigkeitsentwicklung im Vergleich zum Referenzbeton erwartet werden. Wie die Untersuchungen aber zeigen, werden Druckfestigkeit und Biegezugfestigkeit nach zwei Tagen nur geringfügig reduziert. Insbesondere wenn aus logistischen oder anderen Gründen eine zuverlässige Nachbehandlung durch das Abdecken der Betonoberfläche mit Folie, das Aufsprühen von Wasser oder von einem Curing-Mittel wie MasterKure 216WB nicht gewährleistet ist, bieten die internen Curing-Mittel also eine effiziente Massnahme zur Reduktion des Rissrisikos durch Frühschwinden. ■

\* Andreas Leemann und Pietro Lura sind Wissenschaftler der Abteilung Beton/Bauchemie der Empa Dübendorf. René Bolliger ist Mitarbeiter der BASF Construction Chemicals Europe AG.

Beton	Referenz	MasterLife IC 100	MasterRoc TCC 735	MasterKure 216WB*
Gestein 0/16 mm [kg/m³]	1853	1838	1853	1838
Sand 0/1 [%]	31	31	31	31
Sand 0/4 [%]	19	19	19	19
Kies 4/8 [%]	20	20	20	20
Kies 8/16 [%]	30	30	30	30
CEM II/A-LL 42.5 N [kg/m³]	352	352	352	352
Wassergehalt [kg/m³]	176	176	176	176
PC-Fließmittel [%]	0,7	0,7	0,7	0,7
MasterLife IC 100 [kg/m³]	-	5,3	-	-
MasterRoc TCC 735 [kg/m³]	-	-	5,3	-
w/z-Wert	0,50	0,50	0,50	0,50
Ausbreitmass [cm]	39	42	40	44
Luftgehalt [%]	4,1	3,9	3,6	3,5
Rohdichte [kg/m³]	2382	2323	2328	2377

Die technischen Daten der Betone. Im Gegensatz zu den internen Curing-Mitteln MasterLife und MasterRoc wurde MasterKure 216WB als Applikation auf die mattfeuchte Oberfläche der Prüfkörper aufgebracht.