



# “Verringerung der Wasserdurchlässigkeit von Beton durch Verwendung eines hydrophilen Beton-Zusatzmittels”

wurde von

José Luis García Calvo, Mercedes Sánchez Moreno, Pedro Carballosa, Filipe Pedrosa and Fabiano Tavares verfasst.

- 1) Eduardo Torroja Institute for Construction Sciences, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Serrano Galvache, 4, 28033 Madrid, Spain
- 2) Department of Inorganic Chemistry and Chemical Engineering, University of Córdoba (UCO), Campus de Rabanales, 14071 Córdoba, Spain \* e-mail: msmoreno@uco.es

Erhalten am: 21 Juni 2019; akzeptiert am: 24 Juli 2019; veröffentlicht am: 26 Juli 2019

Die Untersuchung “Verbesserung der Widerstandsfähigkeit von Beton gegen das Eindringen von Wasser durch Einsatz eines hydrophilen Beton-Zusatzmittels” untersucht und analysiert eingehend, welche Auswirkung die Verwendung eines hydrophilen Zusatzmittels (KrystalineADD1) auf den Beton hat. Die Studie deckt alle erforderlichen Aspekte, die entscheidend Aufschluss darüber geben, ob die getestete Technologie in ihrer Eigenschaft als wasserabdichtendes Zusatzmittel Betone verbessert, ab. Der Einfachheit halber enthält dieses Dokument die wichtigen Auszüge, Tabellen und zentralen Erkenntnisse aus dem Gutachten.

**Textauszug 1 – Leitgedanken zur Anwendung des Untersuchungsansatzes**

*„Bei Strukturen mit nicht hydrostatischen Einsatzbedingungen sollte der kapillare Absorptionsmechanismus berücksichtigt werden. Bei einer Betonkonstruktion unter hydrostatischen Bedingungen sollte vor allem die Wasserdurchlässigkeit der Haupttransportmechanismus beachtet werden.“*

**Tabelle 1 - Verwendete Betonrezeptur:**

	Referenzbeton	Mit Krystaline ADD1 behandeltes Beton
Wasser	190 kg	180 kg
Zement	350 kg	350 kg
Gesteinskörnung 12/20 mm	620 kg	625 kg
Gesteinskörnung 4/12 mm	395 kg	400 kg
Sand 0/4 mm	820 kg	830 kg
Krystaline ADD 1	-	1 kg

**Textauszug 2 – Reduktion des W/Z-Wertes bei der Verwendung von Krystaline - ADD1**

*“Einer der wichtigsten Aspekte, die bei der Zugabe von Krystaline ADD1 zu Frischbeton festgestellt wurden, ist die Reduktion des W/Z Verhältnisses im Vergleich zu einem Referenzbeton, insbesondere unter Berücksichtigung des geringen Anteils von Krystaline ADD1.“*

**Tabelle 2 – Bitte beachten Sie die folgenden Ergebnisse für Frischbeton:**

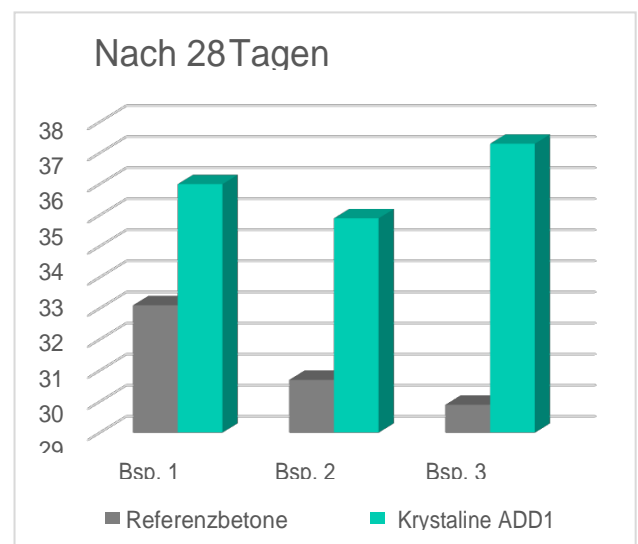
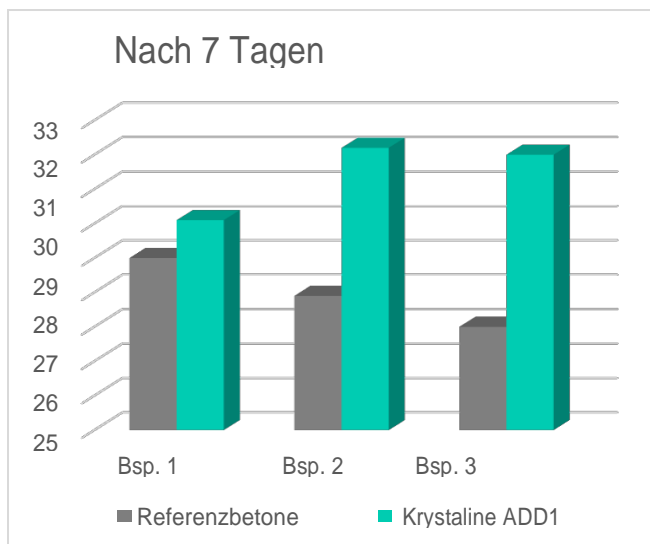
	Referenzbeton	Krystaline ADD 1	Erläuterung
W/Z-Verhältnis	0.56	0.51	Krystaline ADD1 W/Z-Verhältnis wird um 7% verringert
Ausbreitmaß	8 cm	9 cm	Krystaline ADD1 Ausbreitmaße wird um 12.5% erhöht
Rohdichte	2.37	2.35	Krystaline ADD1 Dichte von Frischbeton wird leicht reduziert

Textauszug 3 – Überlegungen zur Konsistenz der Druckfestigkeitsergebnisse

*“Die gemessenen Werte bei den Betontestungen sind sehr ähnlich, was Aufschluss über die hohe Wiederholbarkeit der erhaltenen Ergebnisse gibt.”*

Tabelle 2 – Testergebnisse bezüglich der Druckfestigkeit

Materialprobe	Test nach	Druckfestigkeit (MPa)	Durchschnittswert	Standard
Referenz-Beton	7 Tagen	29.0	27.9	+/- 1
		27.9		
		27		
	28 Tagen	32.1	30.2	+/- 1.7
		29.7		
		28.9		
Krystaline ADD1 Beton	7 Tagen	30.1	31.4	+/- 1.1
		32.2		
		32.0		
	28 Tagen	36.0	36.1	+/- 1.2
		34.9		
		37.3		



Graph 1 und Graph 2 – Bildliche Darstellung des Druckfestigkeitswertes nach 7 und nach 28 Tagen

Tabelle 3 – Werte zur Wasserdurchlässigkeit – Maximum und Durchschnitt

		Referenzbeton	Krystaline ADD1
Durchschnittl. Wassereindringtiefe	Wert (mm)	70.7 +/- 10.0	36.4 +/- 3.38
	% Reduktion in Bezug auf Referenzbeton		49%
Maximale Wassereindringtiefe	Wert (mm)	96.8 +/- 3.17	53.3 +/-2.89
	% Reduktion in Bezug auf Referenzbeton		45%

Textauszug 4 - Hinweis auf die stark signifikante Reduktion der Wasserdurchdringung durch Krystaline ADD1

*“In diesem Sinne ist die Effizienz von Krystaline ADD1 bei der Verringerung des Wassereindringens in den Beton ziemlich hoch.”*

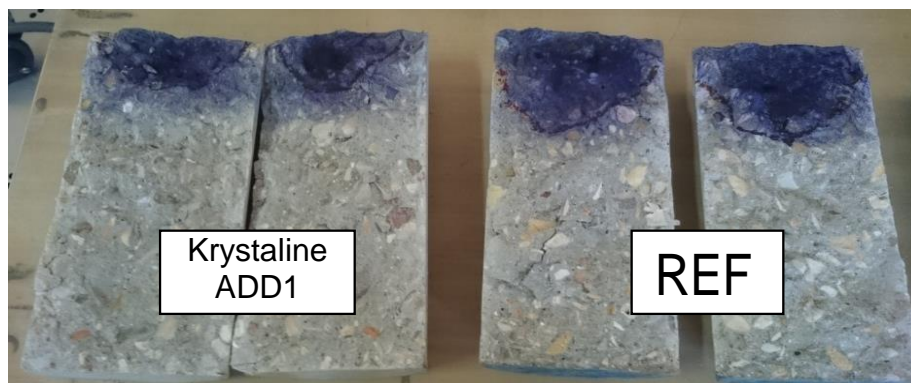


Abbildung 1 – Sichtbarer Unterschied zwischen Krystaline ADD1 und Referenzbeton

Textauszug 5 – Anmerkungen zum obigen Bild.

*“Der Unterschied zwischen dem Add1-Beton und dem Referenzbeton ist auf Abbildung 1 deutlich zu sehen. Das methylen-blau gefärbte Wasser verdeutlicht die Eindringtiefe in die beiden unterschiedlichen Proben. (Krystaline ADD1 links, Referenzbeton rechts)*

**Textauszug 6 – Feststellung, dass Krystaline ADD1 den Beton nicht beschädigt**

*“Es ist auf alle Fälle wichtig zu betonen, dass die Aufnahme des untersuchten Additivs die mechanische Leistungsfähigkeit des ausgehärteten Betons nicht beeinträchtigt.”*

**Tabelle 4 - Gesamtporosität und Porengrößenverteilung Referenzbeton und Krystaline ADD1 sowohl mit Luftkontakt als auch unter Wasser**

Material- probe	Versuchs- bedingungen	Gesamt- Porosität (%)	Porengrößenverteilung (µm,%)			
			>1	1> >0.05	0.05> >0.01	<0.01
Referenz- beton	Luftkontakt	9.89	9.86	9.86	9.86	9.86
	Unter Wasser	8.01	8.10	8.10	8.10	8.10
Krystaline ADD1	Luftkontakt	10.4	11.7	11.7	11.7	11.7
	Unter Wasser	8.20	12.3	12.3	12.3	12.3

**Textauszug 7 – Es besteht ein nachweisbarer Zusammenhang zwischen der Reduktion der Wasserzugabe und der Bildung von KSK Kristallen im Beton hervorgerufen durch die Zugabe von Krystaline ADD1**

*“Die Verminderung der Wasserdurchlässigkeit ist auf die veränderte Betonrezeptur mit Krystaline ADD1 und nicht auf die Porositätsparameter zurückzuführen.”*

**Textauszug 8 - Krystaline ADD1 arbeitet mit KSH im Beton**

*“Nach diesen Ergebnissen reagieren die pulverförmigen Partikel des Additivs beim Eindringen von Wasser in die Krystaline-Add1-Beton-Substanz und bilden Kalziumsilikathydratgele...”*

**Textauszug 9 – Erklärung, dass Krystaline ADD1 sowohl faserartige Kristalle in Rissen als auch orthogonale Kristalle in Beton erzeugt und dass Krystaline ADD1 eine weitaus höhere Wirksamkeit hat als kristalline Hydratprodukte.**

*„Wenn sich die Kristalle in Rissen ausbilden, haben sie eine faserartige Beschaffenheit. Sie entwickeln eine orthogonale Struktur in der Zementmatrix. Diese gebildeten Reaktionsprodukte entstehen unter Einfluss der Hydratationsprozesse und sind auf die kristallinen Beimischungen zurückzuführen, die unter wassergesättigten Bedingungen befördert wurden. Somit ist es möglich, dass die amorphen Eigenschaften der aus Krystaline ADD1 gebildeten Hydratationsprodukte auch gebildet werden, wenn andere, strukturell ähnliche Betonzusatzstoffe verwendet werden.“*

### **Textauszug 10 – Krystaline ADD1 enthält oder bildet keine schwefelhaltigen Substanzen**

*„Das Zusatzmittel Krystaline ADD1 enthält im Gegensatz zu den anderen oben genannten Produkten keinen Schwefel. Bei Verwendung anderer kristalliner Zusatzstoffe mit höherem Schwefelgehalt (z.B. Produkte auf Kalziumaluminatsulfatbasis) wurde in Reaktion mit Wasser die Bildung von Ettringit festgestellt. Der Studie zufolge (gestützt von CT- und Röntgenanalysen) bilden sich bei der Mischung mit Krystaline ADD1 weder Ettringit, Kalziumaluminatsulfat noch andere schwefelhaltige Stoffe bei der Verwendung von WBA ADD1.“*

### **Textauszug 11 – Krystaline ADD1 (be-)schädigt den Beton nicht, sondern verbessert ihn.**

*“Die Verwendung dieses Additivs führt zu keinerlei Leistungsverlust im Beton und verbessert sogar dessen mechanische Eigenschaften durch die Reduzierung des W/Z-Verhältnisses.“*

### **Textauszug 12 – Krystaline ADD1 hat sich als überaus geeignet erwiesen, um das Eindringen von Wasser zu verhindern.**

*“Die Wirksamkeit des Additivs zur Verringerung des Eindringens von Wasser in die Betonsubstanz wurde ebenfalls nachgewiesen.“*

----- 0 -----