

SACHVERSTÄNDIGE

der
Materialprüfungs- und Versuchsanstalt
Neuwied GmbH

Forschungsinstitut für vulkanische Baustoffe



Erstprüfung als Erhärtungsbeschleuniger

Projekt: Betonzusatzmittel EvoCrete ST

**Prüfungen an einem Zusatzmittel
gemäß DIN EN 934-1 und -2**

Auftrags-Nr.: **2-74/1530a/15**
Auftraggeber: **EvoCrete Industries GmbH
Hauptstraße 28
35619 Braunfels**
Antragsdatum: **31. August 2015**
Ausfertigungsdatum: **11. Januar 2016**
Textseiten: **16**
Anlagen: **1**



Dr. rer.nat. Karl-Uwe Voß

von der Industrie- und Handelskammer zu Koblenz ö. b. u. v.
Sachverständiger für
„Analyse zementgebundener Baustoffe insb. Flächenbefestigungen aus Betonpflasterstein und Betonwaren“
☎ +49 (0) 26 31 / 39 93-23
E-Mail Voss@mpva.de

Dipl.-Min. Henning Rohowski

von der Industrie- und Handelskammer zu Koblenz ö. b. u. v.
Sachverständiger für
„Naturstein einschließlich Dachschiefer“
☎ +49 (0) 26 31 / 39 93-25
E-Mail Rohowski@mpva.de

Dr. rer. nat. Petra Arens

von der Industrie- und Handelskammer zu Koblenz ö. b. u. v.
Sachverständige für
„Putze und Mörtel“
☎ +49 (0) 26 31 / 39 93-31
E-Mail Arens@mpva.de

B. Eng. Manuel Krautkrämer

durch die Zertifizierung Bau GmbH Berlin zertifizierter
Sachverständiger für
„Betonschäden und Betoninstandsetzung“
☎ +49 (0) 26 31 / 39 93-34
E-Mail krautkraemer@mpva.de

SACHVERSTÄNDIGE

der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied GmbH

11. Januar 2016

Erstprüfbericht 2-74/1530a/15

Seite 2 von 16

Prüfungen des Zusatzmittels „EvoCrete ST“ gemäß DIN EN 934-1 und -2

0 VERZEICHNISSE

0.1 INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFTRAGSGEGENSTAND	3
2	VERWENDETE LITERATUR.....	3
2.1	Technische Regeln	3
3	DURCHFÜHRUNG DER LABORPRÜFUNGEN UND PRÜFERGEBNISSE.....	5
3.1	Untersuchung nach DIN EN 934-1.....	5
3.1.1	Bestimmung der Gleichmäßigkeit und Farbe	5
3.1.2	Bestimmung der wirksamen Bestandteile	5
3.1.3	Bestimmung der absoluten Dichte	6
3.1.4	Bestimmung des Feststoffgehaltes	6
3.1.5	Bestimmung des pH-Wertes.....	6
3.1.6	Bestimmung des Gesamtchlorgehaltes.....	7
3.1.7	Bestimmung des Gehaltes an wasserlöslichen Chloriden	7
3.1.8	Bestimmung des Alkaligehaltes.....	8
3.1.9	Bestimmung des Korrosionsverhaltens	8
3.2	Untersuchung nach den Tabellen 6 und 7 der DIN EN 934-2	9
3.2.1	Betonherstellung und Frischbetonprüfungen	9
3.2.2	Bestimmung des Luftgehaltes	11
3.2.3	Bestimmung des Erstarrens	12
3.2.4	Bestimmung der Betondruckfestigkeit.....	13
4	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE.....	15

0.2 ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1: Spektrum der IR-Spektroskopischen Untersuchung nach **DIN EN 480-6**.

1 AUFTRAGSGEGENSTAND

Mit Datum vom 31. August 2015 wurde die MPVA Neuwied GmbH von der EvoCrete Industries GmbH beauftragt, eine Erstprüfung als Erhärtungsbeschleuniger nach **DIN EN 934** an dem Zusatzmittel

Evocret ST

durchzuführen. Angabengemäß soll die maximale Dosierung des Zusatzmittels 2 M.-% vom Zementanteil betragen.

2 VERWENDETE LITERATUR

2.1 Technische Regeln

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung wurde die nachfolgend aufgeführte Literatur verwendet:

- [L 1] **DIN EN 196-6** „Prüfverfahren für Zement - Bestimmung der Mahlfineinheit“ (Fassung Mai 2010);
- [L 2] **DIN EN 206-1** „Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“ (Fassung Juli 2014);
- [L 3] **DIN EN 480-1** „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren - Referenzbeton und Referenzmörtel für Prüfungen“ (Fassung Januar 2015);
- [L 4] **DIN EN 480-2** „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren - Bestimmung der Erstarrungszeit“ (Fassung November 2006);
- [L 5] **DIN EN 480-6** „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren - Infrarot-Untersuchung“ (Fassung Dezember 2005);
- [L 6] **DIN EN 480-10** „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren - Bestimmung des wasserlöslichen Chloridgehaltes“ (Fassung Januar 2010);
- [L 7] **DIN EN 480-11** „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren - Bestimmung von Luftporenkennwerten in Festbeton“ (Fassung Dezember 2005);

- [L 8] **DIN EN 480-12** „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren - Bestimmung des Alkaligehalts von Zusatzstoffen“ (Fassung Dezember 2005);
- [L 9] **DIN EN 934-1** „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Gemeinsame Anforderungen“ (Fassung April 2008);
- [L 10] **DIN EN 934-2** „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Betonzusatzmittel - Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung“ (Fassung August 2012);
- [L 11] **DIN 1045-1** „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Bemessung und Konstruktion“ (Fassung August 2008);
- [L 12] **DIN 1045-2** „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Betonfeststellung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“ (Fassung August 2008);
- [L 13] **DIN EN ISO 1158** „Kunststoffe - Vinylchloridhomopolymere und Copolymere - Bestimmung des Chlorgehalts“ (Fassung Juni 1998);
- [L 14] **DIN EN 12 350-5** „Prüfung von Frischbeton– Ausbreitmaß“ (Fassung August 2009);
- [L 15] **DIN EN 12 350-6** „Prüfung von Frischbeton– Frischbetonrohichte“ (Fassung März 2011);
- [L 16] **DIN EN 12 350-7** „Prüfung von Frischbeton– Luftgehalte; Druckverfahren“ (Fassung August 2009);
- [L 17] **DIN EN 12 390-3** „Prüfung von Festbeton– Druckfestigkeit von Probekörpern“ (Fassung Juli 2009);
- [L 18] **DIN EN 12 390-5** „Prüfung von Festbeton– Biegezugfestigkeit von Probekörpern“ (Fassung Juli 2009);
- [L 19] **DIN EN 12 390-6** „Prüfung von Festbeton– Spaltzugfestigkeit von Probekörpern“ (Fassung September 2010);
- [L 20] **DIN EN 12 390-8** „Prüfung von Festbeton– Wassereindringtiefe unter Druck“ (Fassung Juli 2009);
- [L 21] **DIN EN 12 390-9** „Prüfung von Festbeton– Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand, Abwitterung“ (Fassung Mai 2002).

3 DURCHFÜHRUNG DER LABORPRÜFUNGEN UND PRÜFERGEBNISSE

Zur Durchführung der Laboruntersuchungen wurden ca. 10 kg des Zusatzmittels in einem neutralen Gebinde durch den Auftraggeber in die MPVA Neuwied eingereicht.

3.1 Untersuchung nach DIN EN 934-1

Auftragsgemäß wurde das zu untersuchende Zusatzmittel gemäß Tabelle 1 der **DIN EN 934-1** untersucht.

3.1.1 Bestimmung der Gleichmäßigkeit und Farbe

Bei dem „Zusatzmittel“ handelt es sich um ein feines graues Pulver in dem sich einzelne gröbere Bestandteile befinden. Eine Entmischung war an dem eingereichten Gebinde nicht erkennbar.

3.1.2 Bestimmung der wirksamen Bestandteile

Die Identifizierung der wirksamen Bestandteile des Zusatzmittels erfolgte getrennt an den groben Bestandteilen und dem feinen Pulver des Zusatzmittels mittels der IR-Spektroskopie nach **DIN EN 480-6** beim Institut für Bauforschung in Aachen (ibac). Die hierbei ermittelten Spektren sind der Anlage 1 dieses Prüfberichtes zu entnehmen.

3.1.3 Bestimmung der absoluten Dichte

Da es sich bei dem Zusatzmittel um einen Feststoff handelt, erfolgte die Bestimmung der Dichte abweichend von der **ISO 758** über die Bestimmung der Reindichte nach **DIN 196-6** mit n-Heptan. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 1: Reindichte

Kennzeichnung	Reindichte [g/cm ³]	
	Einzelwerte	Mittelwert
Evocrete ST	2,460	2,474
		2,47

3.1.4 Bestimmung des Feststoffgehaltes

Da es sich bei dem Zusatzmittel um einen Feststoff handelt, entfällt diese Prüfung.

3.1.5 Bestimmung des pH-Wertes

Da es sich bei dem Zusatzmittel um einen Feststoff handelt, entfällt diese Prüfung.

3.1.6 Bestimmung des Gesamtchlorgehaltes

Die Bestimmung des Gesamtchlorgehaltes des Zusatzmittels erfolgte nach **DIN EN ISO 1158** durch Verbrennung in einer Druckbombe und anschließender Rücktitration des Chlorides nach Vollhard. Die hierbei ermittelten Untersuchungsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 2: Gesamtchlorgehalte

Kennzeichnung	Gesamtchlorgehalt [M.-%]	Anforderungen
Evocrete ST	$\geq 13,64$	$\leq 0,10$ bzw. \leq Herstellerangabe

3.1.7 Bestimmung des Gehaltes an wasserlöslichen Chloriden

Die Bestimmung des Gehaltes an wasserlöslichen Chloriden des Zusatzmittels erfolgte nach Verfahren 1 aus Abschnitt 4.2.2 der **DIN EN 480-10** durch potentiometrische Titration mit Silbernitratlösung. Die hierbei ermittelten Untersuchungsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 3: Gehalt an wasserlöslichen Chloriden

Kennzeichnung	Wasserlösliche Chloride [M.-%]	Anforderungen ^{a)}
Evocrete ST	13,64	$\leq 0,10$ bzw. \leq Herstellerangabe

a) Bei Gehalten $\leq 0,10$ darf das Zusatzmittel als chloridfrei bezeichnet werden.

3.1.8 Bestimmung des Alkaligehaltes

Die Bestimmung des Alkaligehaltes des Zusatzmittels erfolgte nach **DIN EN 480-12**. Zu diesem Zweck wurden die Zusatzmittel mit Wasser und Salpetersäure aufgeschlossen und der Alkaligehalt mittels der Flammenphotometrie bestimmt. Die hierbei ermittelten Untersuchungsergebnisse sind – ebenso wie die daraus berechneten Na₂O-Äquivalente - in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 4: Alkaligehalte

Probe	Gesamtchlorgehalt [M.-%]			Anforderungen
	Na ₂ O	K ₂ O	Na ₂ O-Äquivalent	
Evocrete ST	4,85	3,09	6,9	≤ Herstellerangabe

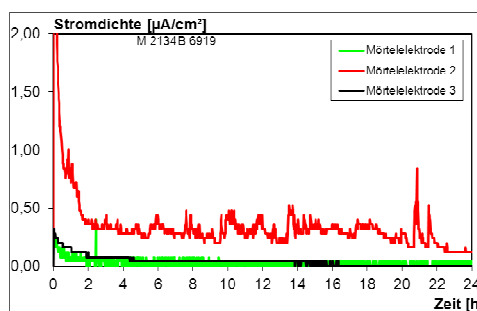
3.1.9 Bestimmung des Korrosionsverhaltens

Die Prüfung des Korrosionsverhaltens erfolgte beim Institut für Bauforschung in Aachen (ibac). Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die nachfolgend genannten Ergebnisse ermittelt:

- Stromdichte nach 1 Stunde: 0,33 µA / cm²;
- Stromdichte nach 24 Stunden: 0,08 µA / cm².

Dem nachfolgenden Diagramm ist der Verlauf der Stromdichte zu entnehmen.

Abbildung 1: Stromdichte



3.2 Untersuchung nach den Tabellen 6 und 7 der DIN EN 934-2

Auftragsgemäß wurde das zu untersuchende Zusatzmittel gemäß den Tabellen 6 und 7 der **DIN EN 934-2** untersucht.

3.2.1 Betonherstellung und Frischbetonprüfungen

Zur Durchführung der Untersuchungen wurden die nachfolgenden Betone

- 1) Rezeptbeton ohne Verwendung des Zusatzmittels (**Referenzbeton**);
- 2) Rezeptbeton mit Verwendung des Zusatzmittels mit einer Dosierung von 2% vom Zementgehalt (Maximaldosierung nach Angabe des Herstellers) (**Prüfbeton**)

unter Verwendung des nachfolgenden Rezeptes hergestellt.

Tabelle 5: Betonrezeptur

Ausgangsstoffe		Sorte 1	Sorte 2
		Ohne Zusatzmittel	Mit 2% Zusatzmittel
Zement	CEM I 52,5 N (Milke Classic)	350 kg	
Zusatzmittel	EvoCrete ST	--	7,0 kg
Gesteinskörnung	Sand 0/2mm	689 kg	
	2/8 mm	178 kg	
	8/16 mm	937 kg	
Wasser		170 kg	
w/z-Wert		0,49	

Die für diese Betone gemäß

- **DIN EN 12 350-5** (Ausbreitmaß);
- **DIN EN 12 350-6** (Frischbetonrohddichte)

ermittelten Frischbetondaten sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 6: Frischbetondaten

Kennwert	Betonmischungen	
	Referenzbeton 1	Prüfbeton 2
	Ohne Zusatzmittel	Mit 2% Zusatzmittel
Ausbreitmaß	385 mm	390 mm
Frischbetonrohddichte	2.368 kg/m ³	2.366 kg/m ³

Unter Verwendung dieser Betone wurden die nachfolgend genannten Prüfkörper hergestellt.

Tabelle 7: Prüfkörperherstellung

Kennwert				Betonmischungen	
				Referenzbeton 1	Prüfbeton 2
				Ohne Zusatzmittel	Mit 2% Zusatzmittel
Druckfestigkeit	20°C	1 d	150 mm Würfel	3	3
		28 d		3	3
		90 d		3	3
	5°C	2 d		3	3

Die Proben für die Festbetonuntersuchungen wurden unmittelbar nach der Herstellung abgedeckt und nach 24 Stunden ausgeschalt. Anschließend wurden die Proben bis zur Prüfung im Wasserbad gelagert.

3.2.2 Bestimmung des Luftgehaltes

Die Bestimmung des Luftgehaltes des Frischbetons erfolgte nach **DIN EN 12 350-7**. Die hierbei ermittelten Ergebnisse sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 8: Luftgehalte

Kennwert	Betonmischungen	
	Probe 1	Probe 2
	Ohne Zusatzmittel	Mit 2% Zusatzmittel
Luftgehalt	2,3 Vol.-%	2,4 Vol.-%
	Differenz: + 0,1 Vol.-%	
Sollwert	Differenz: \leq + 2 Vol.-%	

3.2.3 Bestimmung des Erstarrens

Gemäß Tabelle 6 der **DIN EN 934-2** ist der Erstarrungsbeginn bei 5°C und bei 20°C nach **DIN EN 480-2** zu bestimmen. In der nachfolgenden Tabelle sind der Wasseranspruch bei Normsteife und die Erstarrungszeiten bei 5°C und bei 20°C dargestellt.

Tabelle 9: Wasseranspruch bei Normsteife und Erstarrungszeiten bei 5°C

Kennzeichnung	Wasseranspruch bei Normsteife	Erstarrungsbeginn	Erstarrungsende	Anforderung an den Erstarrungsbeginn
Referenzmörtel	12,5 M.-%	510 min	675 min	--
Evocrete ST	12,5 M.-%	414 min	484 min	
Differenz	--	81,2%	71,7%	--

Tabelle 10: Wasseranspruch bei Normsteife und Erstarrungszeiten bei 20°C

Kennzeichnung	Wasseranspruch bei Normsteife [M.-%]	Erstarrungsbeginn [min]	Erstarrungsende [min]	Anforderung an den Erstarrungsbeginn
Referenzmörtel	12,5 M.-%	250 min	300 min	--
Evocrete ST	12,5 M.-%	220 min	265 min	

3.2.4 Bestimmung der Betondruckfestigkeit

Zum Nachweis der Betondruckfestigkeit wurden die gemäß Abschnitt 3.2.1 hergestellten und gelagerten Probewürfel mit einer Kantenlänge 150 mm nach **DIN EN 12 390-3** im Alter von 1 Tag, 2 Tagen (bei 5°C), 28 und 90 Tagen auf deren Druckfestigkeit geprüft. In den nachfolgenden Tabellen sind die wesentlichen Ergebnisse zusammengestellt.

Tabelle 11: Bestimmung der Betondruckfestigkeit des Referenzbetons

Probe	Prüfalter	Abmessungen			Gewicht	Rohdichte	Last	Druckfestigkeit
		L	B	H				
	d	mm			kg	kg/dm ³	kN	N/mm ²
1.1	1 d (20°C)	150	150	150	7,888	2,34	440,4	19,6
1.2		151	150	150	7,948	2,34	465,1	20,5
1.3		151	150	150	7,949	2,34	454,7	20,1
Mittelwert		--			--	2,34	--	20,1
1.4	2 d (5°C)	150	150	150	8,016	2,38	307,8	13,7
1.5		150	150	150	8,057	2,39	310,5	13,8
1.6		150	150	150	8,018	2,38	300,0	13,3
Mittelwert		--			--	2,38	--	13,6
1.7	28 d (20°C)	150	150	150	8,019	2,38	1.433	63,7
1.8		150	150	150	7,994	2,37	1.402	62,3
1.9		150	150	150	8,017	2,38	1.379	61,3
Mittelwert		--			--	2,38	--	62,4
1.10	90 d (20°)	150	150	150	7,965	2,36	1.335	59,3
1.11		150	150	150	8,032	2,38	1.350	60,0
1.12		150	150	150	7,998	2,37	1.373	61,0
Mittelwert		--			--	2,37	--	60,1

SACHVERSTÄNDIGE

der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied GmbH

11. Januar 2016

Erstprüfbericht 2-74/1530a/15

Seite 14 von 16

Prüfungen des Zusatzmittels „EvoCrete ST“ gemäß DIN EN 934-1 und -2

Tabelle 12: Bestimmung der Betondruckfestigkeit des Prüfbetons

Probe	Prüfalter	Abmessungen			Gewicht	Rohdichte	Last	Druckfestigkeit
		L	B	H				
	d	mm			kg	kg/dm ³	kN	N/mm ²
2.1	1 d (20°C)	150	150	150	7,907	2,34	558,0	24,8
2.2		150	150	150	7,894	2,34	561,0	24,9
2.3		150	150	150	7,969	2,36	595,1	26,4
Mittelwert		--			--	2,35	--	25,4
2.4	2 d (5°C)	151	150	150	8,029	2,36	424,2	18,7
2.5		150	150	150	8,021	2,38	418,5	18,6
2.6		151	150	150	8,044	2,37	426,6	18,8
Mittelwert		--			--	2,37	--	18,7
2.7	28 d (20°C)	150	150	150	7,963	2,36	1.343	59,7
2.8		150	150	150	8,007	2,37	1.333	59,2
2.9		151	150	150	7,996	2,35	1.305	57,6
Mittelwert		--			--	2,36	--	58,8
2.10	90 d (20°)	150	150	150	8,009	2,37	1.460	64,9
2.11		151	150	150	8,072	2,38	1.430	63,1
2.12		150	150	150	8,006	2,37	1.412	62,8
Mittelwert		--			--	2,37	--	63,6

SACHVERSTÄNDIGE

der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied GmbH

11. Januar 2016

Erstprüfbericht 2-74/1530a/15

Seite 15 von 16

Prüfungen des Zusatzmittels „EvoCrete ST“ gemäß DIN EN 934-1 und -2

4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Mit Datum vom 31. August 2015 wurde die MPVA Neuwied GmbH von der EvoCrete Industries GmbH beauftragt, eine Erstprüfung als Erhärtungsbeschleuniger nach **DIN EN 934** an dem Zusatzmittel

Evocret ST

durchzuführen. Angabengemäß soll die maximale Dosierung des Zusatzmittels 2 M.-% vom Zementanteil betragen. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der Untersuchungen am Zusatzmittel.

Tabelle 13: Zusammenstellung der Ergebnisse der Zusatzmitteluntersuchungen

Prüfparameter	Untersuchungsergebnisse	Anforderungen
Gleichmäßigkeit	Ja	--
Farbe	Graues Pulver	--
Wirksame Bestandteile	Siehe Anlage 1	--
Reindichte	2,47 g/cm ³	--
Feststoffgehalt	Entfällt	--
pH-Wert	Entfällt	--
Gesamtchlorgehalt	≥ 13,64 M.-%	≤ 0,10 bzw. ≤ Herstellerangabe
Wasserlösliche Chloride	13,64 M.-%	≤ 0,10 bzw. ≤ Herstellerangabe
Na ₂ O-Äquivalent	6,9 M.-%	--
Bestimmung des Korrosionsverhaltens	0,33 µA / cm ² (1 Stunde)	≤ 10 µA / cm ²
	0,08 µA / cm ² (24 Stunden)	

Somit ist festzustellen, dass das Betonzusatzmittel EvoCrete ST trotz der hohen Chloridgehalte die Anforderungen an das Korrosionsverhalten sicher erfüllt.

SACHVERSTÄNDIGE

der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied GmbH

11. Januar 2016

Erstprüfbericht 2-74/1530a/15

Seite 16 von 16

Prüfungen des Zusatzmittels „EvoCrete ST“ gemäß DIN EN 934-1 und -2

Die Ergebnisse der Untersuchungen nach den Tabellen 6 und 7 der **DIN EN 934-2** sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 14: Zusammenstellung der Ergebnisse der Zusatzmitteluntersuchungen

Prüfparameter		Untersuchungsergebnisse		Anforderungen
		Referenzbeton ohne Zusatzmittel	Prüfbeton mit Evocret ST	
Luftgehalt		2,3 Vol.-%	2,4 Vol.-%	--
		Differenz: + 0,1 Vol.-%“		Differenz: ≤ + 2 Vol.-%“
Erstarrungsbeginn bei 5°C		510 min	414 min	--
		81,2%		--
Erstarrungsbeginn bei 20°C		250 min	220 min	--
Beton- druck- festigkeit	1 d 20°C	20,1 N/mm ²	25,4 N/mm ²	--
		--	126%	≥ 120% des Referenzbeton
	2 d 5°C	13,6 N/mm ²	18,7 N/mm ²	--
		--	137,5%	≥ 130% des Referenzbeton
	28 d 20°C	62,4 N/mm ²	58,8 N/mm ²	--
		--	94,2%	≥ 90% des Referenzbeton
	90 d 20°C	60,1 N/mm ²	63,6 N/mm ²	--
			108% des 28 Tages-Wertes	--

Neuwied, den 11. Januar 2016

Institutsleitung

(Dr. Karl- Uwe Voß)