

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamts

Eine vom Bund und den Ländern
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts



Europäische Technische Bewertung

ETA-12/0390
vom 27. März 2020

Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die die Europäische Technische Bewertung ausstellt

Deutsches Institut für Bautechnik

Handelsname des Bauprodukts

Hochofenzement
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna"
CEM III/A 52,5 L-LH/SR/LA "Deuna"
CEM III/A 52,5 N-LH/SR/LA "Deuna"
CEM III/A 52,5 L-SR/LA "Deuna"
CEM III/A 52,5 N-SR/LA "Deuna"

Produktfamilie,
zu der das Bauprodukt gehört

Hochofenzement CEM III/A mit Bewertung des Sulfatwiderstandes (SR) und optional mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt (LA) und/oder niedriger Hydratationswärme (LH)

Hersteller

Dyckerhoff GmbH
Werk Deuna
Industriestraße 7
37355 Niederorschel
DEUTSCHLAND

Herstellungsbetrieb

Dyckerhoff GmbH
Werk Deuna
Industriestraße 7
37355 Niederorschel
DEUTSCHLAND

Diese Europäische Technische Bewertung enthält

14 Seiten, davon 1 Anhang, der fester Bestandteil dieser Bewertung ist.

Diese Europäische Technische Bewertung wird ausgestellt gemäß der Verordnung (EU) Nr. 305/2011, auf der Grundlage von

EAD 150009-00-0301

Die Europäische Technische Bewertung wird von der Technischen Bewertungsstelle in ihrer Amtssprache ausgestellt. Übersetzungen dieser Europäischen Technischen Bewertung in andere Sprachen müssen dem Original vollständig entsprechen und müssen als solche gekennzeichnet sein.

Diese Europäische Technische Bewertung darf, auch bei elektronischer Übermittlung, nur vollständig und ungekürzt wiedergegeben werden. Nur mit schriftlicher Zustimmung der ausstellenden Technischen Bewertungsstelle kann eine teilweise Wiedergabe erfolgen. Jede teilweise Wiedergabe ist als solche zu kennzeichnen.

Die ausstellende Technische Bewertungsstelle kann diese Europäische Technische Bewertung widerrufen, insbesondere nach Unterrichtung durch die Kommission gemäß Artikel 25 Absatz 3 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011.

Besonderer Teil

1 Technische Beschreibung des Produkts

Der Hochofenzement

- CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" bzw.
- CEM III/A 52,5 L-LH/SR/LA "Deuna" bzw.
- CEM III/A 52,5 N-LH/SR/LA "Deuna" bzw.
- CEM III/A 52,5 L-SR/LA "Deuna" bzw.
- CEM III/A 52,5 N-SR/LA "Deuna"

ist ein Zement, der die Anforderungen an die allgemeinen Eigenschaften für einen Normalzement nach EN 197-1¹ für die Festigkeitsklasse 42,5 N oder 52,5 L oder 52,5 N und ggf. mit niedriger Hydratationswärme (LH) erfüllt.

Darüber hinaus weist der Hochofenzement CEM III/A einen hohen Widerstand gegen Sulfatangriff auf Beton (SR) und einem niedrigen wirksamen Alkaligehalt (LA) auf.

Die Bewertungsprüfung für den Nachweis der wesentlichen Eigenschaften "Sulfatwiderstand" (SR), "niedrige Hydratationswärme" (LH) und "niedriger wirksamer Alkaligehalt" (LA) wurde an einem Hochofenzement² CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA mit einem Hüttensandgehalt von 48 M.-% und einer spezifischen Oberfläche von 385 m²/kg (Z1) bzw. 382 m²/kg (Z2) durchgeführt.

Die Eigenschaft "niedriger wirksamer Alkaligehalt" kann durch das Na₂O-Äquivalent (Na₂O_{eq}) und den Hüttensandgehalt des Hochofenzements nachgewiesen werden:

- Hüttensandgehalt zwischen 45 und 49 M.-% und Na₂O-Äquivalent ≤ 0,95 M.-% oder
- Hüttensandgehalt ≥ 50 M.-% und Na₂O-Äquivalent ≤ 1,10 M.-%

Der Hochofenzement CEM III/A kann durch gemeinsame Vermahlung der Hauptbestandteile (Portlandzementklinker, Hüttensand) und definierter Nebenbestandteile unter Zugabe von Gips oder Anhydrit oder einer Mischung zur Regelung des Erstarrungsverhaltens oder durch getrennte Vermahlung der Ausgangsstoffe mit anschließendem Mischen mit einer spezifischen Oberfläche (Blaine) von mindestens 385 m²/kg mit folgender Zementzusammensetzung hergestellt werden:

Portlandzementklinker ³ :	35 bis 52 M.-%
Hüttensand:	48 bis 65 M.-%

2 Spezifizierung des Verwendungszwecks gemäß dem anwendbaren Europäischen Bewertungsdokument

Der Hochofenzement CEM III/A ist für die Herstellung von Beton, Mörtel, Injektionsmörtel und anderen Mischungen für den Bau sowie für die Herstellung von Bauprodukten vorgesehen.

Der Hochofenzement mit "LH"-Kennzeichnung weist zudem eine niedrige Hydratationswärme auf.

Der Hochofenzement CEM III/A zeichnet sich durch einen hohen Widerstand gegen Sulfatangriff auf Beton aus.

Der Hochofenzement CEM III/A mit "LA"-Kennzeichnung kann zur Vermeidung einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion in Beton verwendet werden.

- ¹ EN 197-1 Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
- ² Die Bewertungsprüfung wurde an zwei Hochofenzementen CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA (Z1 und Z2) durchgeführt. Der Zement Z1 wurde mit Hüttensand 1 (S1) und der Zement Z2 wurde mit dem Hüttensand 2 (S2) hergestellt. Die Bewertungsprüfungen fielen für beide Hochofenzemente positiv aus. In diesem Fall kann für die Herstellung des Hochofenzementes CEM III/A auch ein Hüttensandgemisch aus beiden Hüttensanden (S1 und S2) eingesetzt werden.
- ³ Der Portlandzement-Klinker enthält Nebenbestandteile (bis 4,5 M.-%).

Die Prüf- und Bewertungsmethoden, die der Europäischen Technischen Bewertung zu Grunde liegen, führen zur Annahme einer Nutzungsdauer von Beton mit Hochofenzement CEM III/A von mindestens 50 Jahren. Die Angaben zur Nutzungsdauer können nicht als Garantie des Herstellers ausgelegt werden, sondern sind lediglich ein Hilfsmittel zur Auswahl der richtigen Produkte im Hinblick auf die erwartete wirtschaftlich angemessene Nutzungsdauer des Bauwerks.

3 Leistung des Produkts und Angabe der Methoden ihrer Bewertung

3.1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR 1)

Wesentliches Merkmal	Leistung
(CaO + MgO)/SiO ₂ -Verhältnis des Hüttensandes	B _{S1} = 1,3 B _{S2} = 1,4
Glasgehalt des Hüttensandes	GC _{S1} = 96 % GC _{S2} = 98 %
Spezifische Oberfläche (Blaine) des Zementes	ρ _{Z1} = 385 m ² /kg ρ _{Z2} = 382 m ² /kg
Sulfatwiderstand	siehe Anhang A (A1 bis A4)
Merkmale für Normalzement (CEM III/A)	
Anfangsfestigkeit (2 Tage)	Klasse N (≥ 10,0 N/mm ²)
Normfestigkeit (28 Tage)	Klasse 42,5 (≥ 42,5 N/mm ²)
Erstarrungsbeginn	Z1: Bestanden (275 min) Z2: Bestanden (265 min)
Raumbeständigkeit	Z1: Bestanden (1 mm) Z2: Bestanden (1 mm)
Glühverlust	Z1: Bestanden (2,65 M.-%) Z2: Bestanden (2,35 M.-%)
Unlöslicher Rückstand	Z1: Bestanden (0,36 M.-%) Z2: Bestanden (0,37 M.-%)
Sulfatgehalt (als SO ₃)	Z1: Bestanden (2,1 M.-%) Z2: Bestanden (2,8 M.-%)
Chloridgehalt	Z1: Bestanden (0,03 M.-%) Z2: Bestanden (0,07 M.-%)
<u>Zementzusammensetzung (Z1)</u> Portlandzementklinker (K): Hüttensand (S1):	<u>CEM III/A (Z1):</u> K = 52 M.-% (35 – 52 M.-%) S1 = 48 M.-% (48 – 65 M.-%)
<u>Zementzusammensetzung (Z2)</u> Portlandzementklinker (K): Hüttensand (S2):	<u>CEM III/A (Z2):</u> K = 52 M.-% (35 – 52 M.-%) S2 = 48 M.-% (48 – 65 M.-%)
Alkali-Gehalt des Zementes (LA) Na ₂ O-Äquivalent	CEM III/A (Z1): 0,93 M.-% CEM III/A (Z2): 0,85 M.-%
Niedrige Hydratationswärme (LH)	CEM III/A (Z1): Bestanden (246 J/g) CEM III/A (Z2): Bestanden (215 J/g)
S1: Hüttensand 1 S2: Hüttensand 2	Z1: Hochofenzement 1 mit Hüttensand 1 Z2: Hochofenzement 2 mit Hüttensand 2

4 Angewandtes System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit mit der Angabe der Rechtsgrundlage

Gemäß dem Europäischen Bewertungsdokument EAD Nr. 150009-00-0301 gilt folgende Rechtsgrundlage: 97/555/EG⁴ geändert durch die Entscheidung der Kommission 2010/683/EU⁵.

Folgendes System ist anzuwenden: 1+

5 Für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit erforderliche technische Einzelheiten gemäß anwendbarem Europäischen Bewertungsdokument

Technische Einzelheiten, die für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit notwendig sind, sind Bestandteil des Kontrollplans, der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt ist.

Ausgestellt in Berlin am 27. März 2020 vom Deutschen Institut für Bautechnik

BD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow
Abteilungsleiter

Beglaubigt
Schröder

⁴ Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 229 vom 20. August 1997

⁵ Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 293 vom 11. November 2010

Anlage 1: Bewertung

Prüfung des Sulfatwiderstandes von Hochofenzement CEM III/A – Flachprismenverfahren S_{PFM}

Die Durchführung der Prüfung erfolgte gemäß EAD 150009-00-0301, Anhang B.

Tabelle A1: Längenänderung der Flachprismen – Hochofenzement 1 (Z1) mit Hüttensand 1 (S1)

	Längenänderung in mm/m nach				
	14 Tage	28 Tage	56 Tage	90 Tage	180 Tage
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z1 mit Hüttensand 1 (S1)) – 20 °C-Lagerung					
Ca(OH) ₂ -Lösung	0,01	0,04	0,08	0,09	0,06
Na ₂ SO ₄ -Lösung	0,04	0,11	0,19	0,28	0,38
ΔL	0,03	0,07	0,11	0,19	0,32
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z1 mit Hüttensand 1 (S1)) – 5 °C-Lagerung					
Ca(OH) ₂ -Lösung	-0,18	-0,20	-0,16	-0,21	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	-0,18	-0,16	-0,02	0,06	-
ΔL	0,00	0,04	0,14	0,27	-
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 20 °C-Lagerung					
Ca(OH) ₂ -Lösung	0,02	0,04	0,09	0,07	0,07
Na ₂ SO ₄ -Lösung	0,04	0,06	0,12	0,12	0,19
ΔL	0,02	0,02	0,03	0,05	0,12
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 5 °C-Lagerung					
Ca(OH) ₂ -Lösung	-0,20	-0,21	-0,15	-0,18	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	-0,20	-0,16	-0,10	-0,06	-
ΔL	0,00	0,05	0,05	0,12	-
CEM I 42,5 N-SR0 – 20 °C-Lagerung					
Ca(OH) ₂ -Lösung	-0,01	0,03	0,05	0,03	0,03
Na ₂ SO ₄ -Lösung	0,09	0,13	0,28	0,49	1,27
ΔL	0,10	0,10	0,23	0,46	1,24
CEM I 42,5 N-SR0 – 5 °C-Lagerung					
Ca(OH) ₂ -Lösung	-0,16	-0,20	-0,16	-0,21	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	-0,14	-0,12	0,09	0,38	-
ΔL	0,02	0,08	0,25	0,59	-

Tabelle A2: Längenänderung der Flachprismen – Hochofenzement 2 (Z2) mit Hüttensand 2 (S2)

	Längenänderung in mm/m nach				
	14 Tage	28 Tage	56 Tage	90 Tage	180 Tage
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z2 mit Hüttensand 2 (S2)) – 20 °C-Lagerung					
Na ₂ SO ₄ -Lösung	0,08	0,30	0,46	0,56	0,80
Ca(OH) ₂ -Lösung	0,04	0,05	0,09	0,11	0,10
ΔL	0,04	0,25	0,37	0,45	0,70
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z2 mit Hüttensand 2 (S2)) – 5 °C-Lagerung					
Na ₂ SO ₄ -Lösung	-0,12	-0,07	0,00	0,08	-
Ca(OH) ₂ -Lösung	-0,15	-0,15	-0,16	-0,20	-
ΔL	0,03	0,08	0,16	0,28	-
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 20 °C-Lagerung					
Na ₂ SO ₄ -Lösung	0,08	0,13	0,18	0,21	0,29
Ca(OH) ₂ -Lösung	0,04	0,05	0,09	0,12	0,13
ΔL	0,04	0,08	0,09	0,09	0,16
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 5 °C-Lagerung					
Na ₂ SO ₄ -Lösung	-0,13	-0,10	-0,08	-0,02	-
Ca(OH) ₂ -Lösung	-0,15	-0,13	-0,16	-0,16	-
ΔL	0,02	0,03	0,08	0,14	-
CEM I 42,5 N-SR0 – 20 °C-Lagerung					
Na ₂ SO ₄ -Lösung	0,08	0,19	0,32	0,44	0,80
Ca(OH) ₂ -Lösung	0,02	0,02	0,05	0,03	0,07
ΔL	0,06	0,17	0,27	0,41	0,73
CEM I 42,5 N-SR0 – 5 °C-Lagerung					
Na ₂ SO ₄ -Lösung	-0,11	-0,07	-0,06	0,05	-
Ca(OH) ₂ -Lösung	-0,15	-0,10	-0,12	-0,16	-
ΔL	0,04	0,03	0,06	0,21	-

Tabelle A3: Dynamischer E-Modul der Flachprismen – Hochofenzement 1 (Z1) mit Hüttensand 1 (S1)

	Dynamischer E-Modul in kN/mm ² nach					
	0 Tage	14 Tage	28 Tage	56 Tage	90 Tage	180 Tage
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z1 mit Hüttensand 1 (S1)) – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	34,8	37,8	38,6	39,7	40,8	40,1
Na ₂ SO ₄ -Lösung	34,7	38,6	39,4	40,0	39,6	37,8
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z1 mit Hüttensand 1 (S1)) – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	35,4	36,1	36,2	37,5	38,5	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	36,1	37,9	38,8	39,0	39,4	-
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	32,3	35,5	36,9	37,9	38,5	39,0
Na ₂ SO ₄ -Lösung	32,2	36,6	37,8	39,1	37,5	31,4
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	31,8	33,0	33,1	33,8	34,5	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	31,8	34,0	34,5	34,9	34,9	-
CEM I 42,5 R-SR0 – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	35,0	36,2	36,7	36,9	37,2	37,3
Na ₂ SO ₄ -Lösung	35,3	37,1	37,3	38,6	38,5	37,2
CEM I 42,5 R-SR0 – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	34,8	35,5	35,9	36,3	36,9	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	34,7	36,1	36,5	37,5	37,8	-

Tabelle A4: Dynamischer E-Modul der Flachprismen – Hochofenzement 2 (Z2) mit Hüttensand 2 (S2)

	Dynamischer E-Modul in kN/mm ² nach					
	0 Tage	14 Tage	28 Tage	56 Tage	90 Tage	180 Tage
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z2 mit Hüttensand 2 (S2)) – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	34,7	37,4	38,9	40,1	40,7	41,7
Na ₂ SO ₄ -Lösung	33,5	37,8	39,0	38,7	39,0	39,8
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z2 mit Hüttensand 2 (S2)) – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	33,8	35,1	36,1	36,7	37,9	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	35,4	37,9	37,8	38,7	38,4	-
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	29,6	32,5	34,3	35,9	37,0	38,3
Na ₂ SO ₄ -Lösung	29,6	34,5	35,7	35,0	34,8	35,4
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	30,2	31,1	31,0	31,6	32,7	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	30,1	32,5	33,0	33,3	33,0	-
CEM I 42,5 R-SR0 – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	36,3	37,0	37,9	38,4	38,1	37,8
Na ₂ SO ₄ -Lösung	37,3	39,0	39,5	40,4	40,9	41,3
CEM I 42,5 R-SR0 – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	36,3	37,1	37,2	37,1	37,9	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	36,3	37,4	37,6	37,5	38,0	-

Tabelle A5: Masse der Flachprismen – Hochofenzement 1 (Z1) mit Hüttensand 1 (S1)

	Masse in g nach					
	0 Tage	14 Tage	28 Tage	56 Tage	90 Tage	180 Tage
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z1 mit Hüttensand 1 (S1)) – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	147,58	147,66	147,84	148,02	148,22	148,50
Na ₂ SO ₄ -Lösung	147,95	148,23	148,34	148,69	149,07	149,80
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z1 mit Hüttensand 1 (S1)) – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	148,33	148,64	148,81	148,99	149,14	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	148,06	148,44	148,60	148,98	149,53	-
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	146,95	146,87	147,08	147,24	147,51	147,73
Na ₂ SO ₄ -Lösung	147,49	147,54	147,67	147,80	147,90	148,97
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	146,64	147,05	147,31	147,34	147,48	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	146,24	146,34	146,43	146,73	147,03	-
CEM I 42,5 R-SR0 – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	148,14	148,16	148,16	148,10	148,21	148,46
Na ₂ SO ₄ -Lösung	148,16	148,65	148,80	149,21	149,61	150,54
CEM I 42,5 R-SR0 – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	147,62	147,94	148,15	148,21	148,25	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	147,67	148,14	148,41	148,74	149,13	-

Tabelle A6: Masse der Flachprismen – Hochofenzement 2 (Z2) mit Hüttensand 2 (S2)

	Masse in g nach					
	0 Tage	14 Tage	28 Tage	56 Tage	90 Tage	180 Tage
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z2 mit Hüttensand 2 (S2)) – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	147,7	148,2	148,4	148,3	148,7	148,9
Na ₂ SO ₄ -Lösung	147,0	147,1	147,6	148,3	148,8	149,2
CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z2 mit Hüttensand 2 (S2)) – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	146,3	146,7	146,8	146,8	147,3	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	147,6	147,9	148,3	148,9	149,3	-
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	146,0	146,4	146,5	147,0	146,7	147,0
Na ₂ SO ₄ -Lösung	145,92	146,5	146,5	146,4	147,5	148,1
CEM III/B 42,5 N-LH/SR – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	145,7	146,1	146,0	146,1	146,4	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	145,3	145,5	145,5	145,9	146,2	-
CEM I 42,5 R-SR0 – 20 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	146,5	146,6	146,6	146,5	146,6	147,3
Na ₂ SO ₄ -Lösung	148,9	149,1	149,4	149,8	150,2	150,7
CEM I 42,5 R-SR0 – 5 °C-Lagerung						
Ca(OH) ₂ -Lösung	146,9	147,3	147,3	147,4	147,5	-
Na ₂ SO ₄ -Lösung	147,8	148,2	148,4	148,8	149,4	-

Visuelle Beschreibung der Proben nach Sulfatlagerung



Bild A1: Flachprismen nach 180 Tagen Lagerung in Na₂SO₄-Lösung bei 20 °C
Oben: Prisma aus CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z1) mit Hüttensand 1 (S1);
Mitte: CEM I 42,5 N-SR0; Unten: CEM III/B 42,5 N-LH-SR

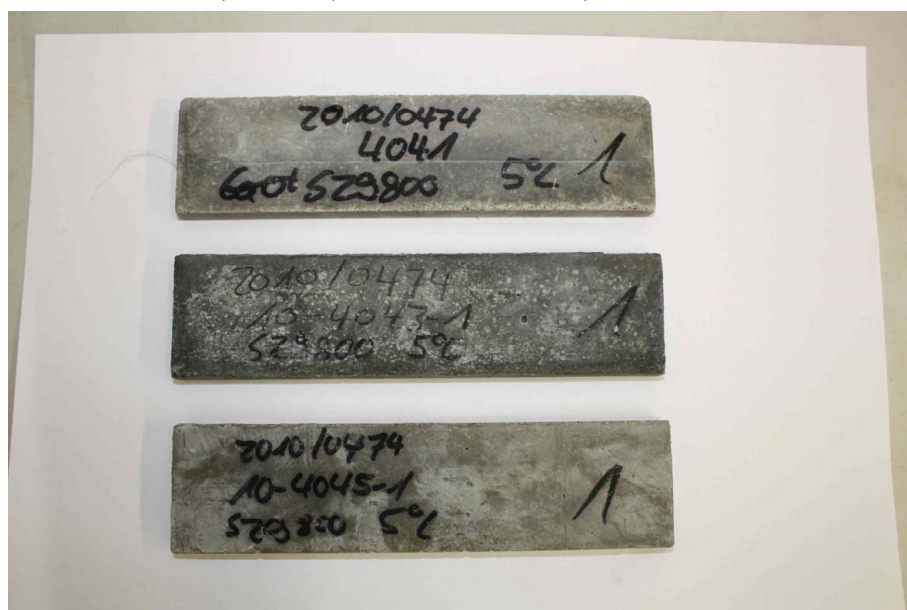


Bild A2: Flachprismen nach 180 Tagen Lagerung in Na₂SO₄-Lösung bei 5 °C
Oben: Prisma aus CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z1) mit Hüttensand 1 (S1);
Mitte: CEM I 42,5 N-SR0; Unten: CEM III/B 42,5 N-LH-SR

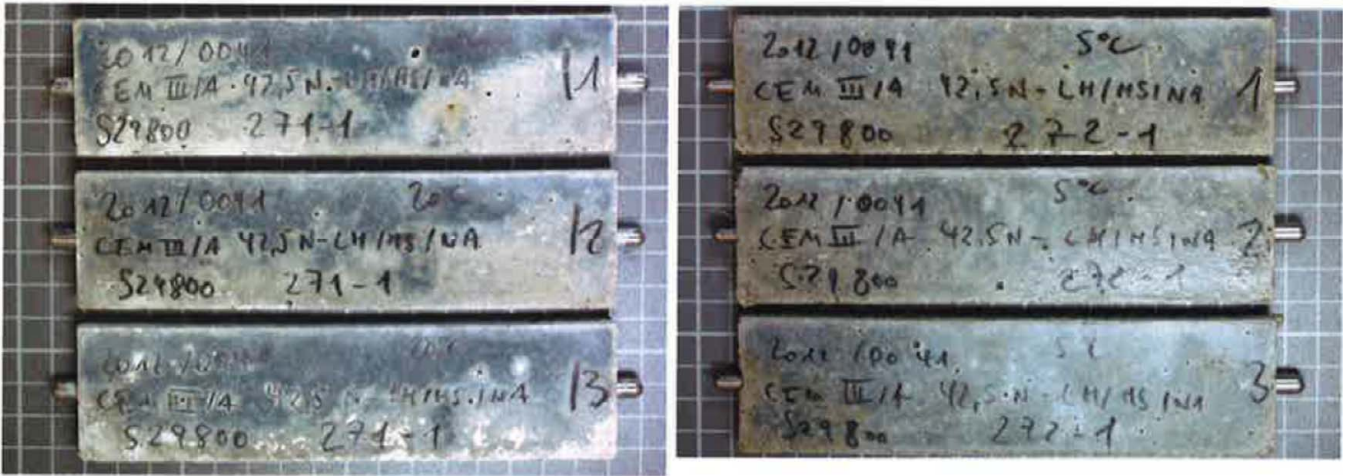


Bild A3: Flachprismen aus Hochofenzement CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA "Deuna" (Z2) mit Hüttensand 2 (S2) nach 180 Tagen Lagerung in Na₂SO₄-Lösung bei 20 °C (links) und 5 °C (rechts)



Bild A4: Flachprismen aus Hochofenzement CEM III/B 42,5 N-LH/SR nach 180 Tagen Lagerung in Na₂SO₄-Lösung bei 20 °C (links) und 5 °C (rechts)



Bild A5: Flachprismen aus Portlandzement CEM I 42,5 R-SR0 nach 180 Tagen Lagerung in Na₂SO₄-Lösung bei 20 °C (links) und 5 °C (rechts)