

Optacolor® – ein neuer Hochofenzement EN 197-1 CEM III/A 42,5 N für besondere Anwendungsgebiete

Von Alexander Paatsch und Peter Koppe, Karsdorf

1 Einleitung

Optacolor® ist ein neuer Hochofenzement von Lafarge Zement, der alle Anforderungen der DIN EN 197-1 er-

füllt, hinsichtlich seiner Anwendung jedoch als Spezialzement für besondere Einsatzbereiche anzusehen ist. Wegen seiner sehr hellen Farbe eignet er sich insbesondere für einge-



Bild 1: Dessauer Wellen – farbiger Sichtbeton mit glatter und nahezu porenfreier Oberfläche

färbten Sichtbeton, der im Vergleich zu Sichtbeton mit herkömmlichem grauen und damit dunkleren Zement wesentlich farbintensiver ist (Bild 1).

2 Zementherstellung und Eigenschaften

Der Zement wird aus gesondert ausgewähltem Hüttensand eines Herstellers und aus Zementklinker (unter Zugabe des Sulfatträgers) hergestellt. Die Ausgangsstoffe werden getrennt gemahlen und anschließend in einem Chargenmischer in einem Mischturn zu einem Hochofenzement mit einer für den Anwendungsbereich optimierten Kornverteilungskurve gemischt. Die nach DIN EN 196 ermittelten charakteristischen Kennwerte von Optacolor® unterscheiden sich z.T. wesentlich von denen üblicher Hochofenzemente des gleichen Herstellers (Tafel 1). Aufgrund der höheren Mahlfineinheit ergibt sich zwar ein etwas größerer Wasseranspruch, dieser hat aber gleichzeitig ein günstigeres Wasserrückhaltevermögen im Beton zur Folge, eine z.B. für den Einsatzbereich Sichtbeton wesentliche Eigenschaft.

Verantwortlich für die Farbintensität von eingefärbtem Beton ist zum einen die Zugabemenge des Farbpigments, zum anderen aber auch die Eigenfarbe des Betons. Durch die

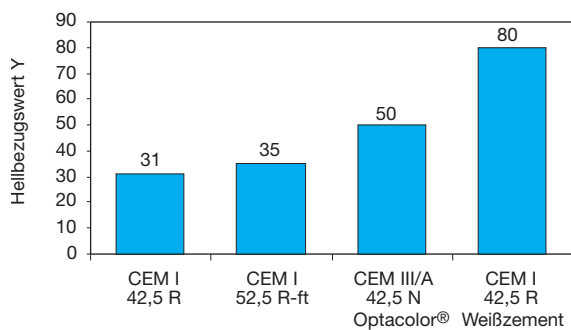


Bild 2: Vergleich der Hellbezugswerte Y des CEM III/A 42,5 N Optacolor® mit grauem und weißem Portlandzement

Tafel 1: Wesentliche Zementkennwerte (Mittelwerte)

Eigenschaft		CEM III/A 42,5 N Optacolor®	CEM III/A 32,5 N
Wasseranspruch	%	32	31
Erstarrungsbeginn	min	200	220
Mahlfineinheit	cm ² /g	5.000	4.000
Druckfestigkeit nach	2 Tagen	22 N/mm ²	-
	7 Tagen	40 N/mm ²	30
	28 Tagen	60 N/mm ²	50
Hellbezugswert Y		50	43



Bild 3: Farbvergleich an Gehwegplatten: links mit CEM III/A 42,5 N Optacolor®, rechts mit üblichem grauem CEM I (sonst gleiche Betonzusammensetzung und Pigmentzugabe)



Bild 5: Betonieren des Auffangbeckens eines Springbrunnens in Berlin mit weißem selbstverdichtendem Beton

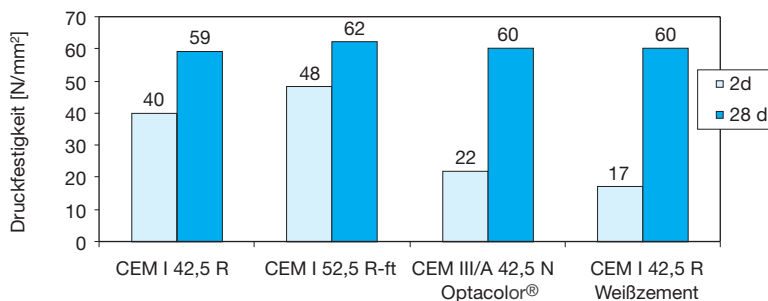


Bild 4: Vergleich der Druckfestigkeit nach 2 und 28 Tagen des CEM III/A 42,5 N Optacolor® mit grauem und weißem Portlandzement

sehr helle Eigenfarbe des Zements Optacolor®, ausgedrückt durch den Hellbezugswert Y (Bild 2), sind damit hergestellte Betone wesentlich heller bzw. kann bei der Herstellung von eingefärbtem Beton die gleiche Farbintensität wie bei „grauem“ Be-

Tafel 2: Zusammensetzung und Eigenschaften des hochfließfähigen Betons für den Springbrunnen in Berlin

		CEM III/A 42,5 N	
Zementart und Festigkeitsklasse		CEM III/A 42,5 N	
Zementgehalt	kg/m³	500	
Wassergehalt	kg/m³	226	
w/z-Wert		0,45	
Gesteinskörnung			
Sand 0/2a	kg/m³	930	
Kiessand 2/8	kg/m³	620	
Zusatzstoff		Pigment TiO ₂	
Art		4,0	
Gehalt	% von z		
Zusatzmittel		Fließmittel (PCE)	
Art		1,25	
Gehalt	% von z		
Setzfließmaß (Haegermann-Trichter)	cm	27	
Festigkeit (Prismen) nach		Druck	Biegezug
2 Tagen	N/mm²	24	5,5
7 Tagen	N/mm²	53	10,0
28 Tagen	N/mm²	78	10,1

Tafel 3: Zusammensetzung und Eigenschaften des Mörtels zur Nachbildung venezianischer Bodenplatten

		CEM III/A 42,5 N	
Zementart und Festigkeitsklasse		CEM III/A 42,5 N	
Zementgehalt	kg/m³	590	
Wassergehalt	kg/m³	260	
w/z-Wert		0,44	
Gesteinskörnung			
Sand 0/4	kg/m³	1.328	
Zusatzstoff		verschiedene Farbpigmente	
Art		0,2 bis 6,0	
Gehalt	% von z		
Zusatzmittel		Fließmittel (PCE)	
Art		0,8	
Gehalt	% von z		
Setzfließmaß (Haegermann-Trichter)	cm	20	
Festigkeit (Prismen) nach		Druck	Biegezug
1 Tag	N/mm²	12	3,9
7 Tagen	N/mm²	44	9,0
28 Tagen	N/mm²	75	10,5

ton mit einem geringeren Pigmentanteil erreicht werden (Bild 3). Die Druckfestigkeit des Zements CEM III/A 42,5 N ist in jungem Alter (2 Tage) erwartungsgemäß kleiner als bei (grauem) Portlandzement der Festigkeitsklassen 42,5 R bzw. 52,5 R, jedoch etwa in der gleichen Größenordnung wie ein ebenfalls vorwiegend im Sichtbetonbereich eingesetzter Weißzement der Festigkeitsklasse 42,5 R (Bild 4). Die Druckfestigkeiten im Alter von 28 Tagen der hier verglichenen Zemente unterscheiden sich dagegen nicht mehr.

3 Anwendungsbeispiele von Bauteilen mit CEM III/A 42,5 N Optacolor®

Die vorwiegenden Einsatzbereiche dieses „Spezialzements“ sind Betone mit hohen Anforderungen an die sichtbare Oberfläche im Hinblick auf

- helle Betonoberfläche
- eingefärbte, farbintensive Betonoberfläche
- Darstellung filigraner bis reliefartiger Strukturen und damit Einsatz von sehr fließfähigen Betonen bis zu selbstverdichtendem Beton

3.1 Springbrunnen in Berlin

Für den Bau einer Springbrunnenanlage in Berlin Prenzlauer Berg wurde ein selbstverdichtender Beton verwendet (Bild 5), dem zur Aufhellung zusätzlich 20 kg Titandioxid je m³ zugegeben wurden (Tafel 2).

3.2 Spielkunstobjekte in Dessau

Zur Auflockerung einer Fußgängerzone in Dessau wurden im Stadtzentrum wellenförmige Spielkunstobjekte aufgestellt, die durch ihre leuchtenden Farben im Kontrast zur grauen Straßengestaltung stehen (Bild 6). Der Künstler Alvar Beyer hat gemeinsam mit dem Architekten Thomas Beyer (unter Mitwirkung

Dessauer Kinder im Rahmen eines Workshops) die Objekte realisiert.

Die Betonteile wurden aus eingefärbtem Beton mit SVB-ähnlichen Fließeigenschaften in einer mit PVC ausgekleideten Holzschalung hergestellt (Bild 7). Die sehr glatten und nahezu porenfreien Betonoberflächen (Bild 8) wurden abschließend hydrophobiert (wodurch sich auch Graffiti leicht wieder entfernen lassen!).

3.3 Nachbildung historischer Bausubstanz

3.3.1 „Intarsia Venexiana“

Im Rahmen eines Studienobjekts bildeten Architekturstudenten der TU Darmstadt historische Oberflä-



Bild 6: Farbiger Beton im Stadtzentrum Dessau schlägt Wellen



Bild 7: Befüllen der Schalung mit durchgefärbtem SVB-ähnlichem Beton



Bild 8: Ausgeschaltete „Betonwellen“ vor der Hydrophobierung



Bild 9: Ausfüllen von Silikonformen mit sehr fließfähigem „Beton“, ...

chen venezianischer Böden nach. Sie verwendeten dafür einen hochfließfähigen Mörtel („feinstkornreicher Beton“) mit diesem Zement (Bild 9). Unterschiedlich eingefärbt entstanden täuschend echte Abdrücke venezianischer Bodenplatten (Bild 10), die 2003 im Rahmen der Ausstellung „Venezia!“ in der Bundeskunsthalle in Bonn zu sehen waren (Bild 11). Die Zusammensetzung dieses Mörtels und die Druckfestigkeitsentwicklung zeigt Tafel 3.

3.3.2 Historische Lichtmasten

In der Stadt Naumburg sollten die historischen Lampenmasten – Steinmetzarbeiten aus der Kaiserzeit – im Stadtviertel am Georgentor wieder erstellt werden (Bild 12). Als wirtschaftlichste Lösung wurde der Nachbau mit selbstverdichtendem Beton mit CEM III/A 42,5 N Optacolor® gewählt, mit dem die Originale unter Einsatz einer Holzschalung mit innen liegender Kautschukmatrize originalgetreu nachgebildet werden konnten (Bild 13).

3.4 2751 Betonstelen in Berlin

Am 25.06.1999 beschloss der Bundestag den Bau des Denkmals für die ermordeten Juden Europas. 2751 Betonstelen (Bild 14), zwi-



Bild 10: ... nachgeformte historische Bodenplatten ...

sehen Potsdamer Platz und Brandenburger Tor gelegen und verteilt auf 19.000 m², sieht der Entwurf des New Yorker Architekten Prof. Peter Eisenman vor, der mit der Ausführung dieser anspruchsvollen Aufgabe beauftragt wurde. Die 95 cm tiefen und 2,38 m breiten rasterförmig angeordneten Betonstelen unterscheiden sich nur in der Höhe, die maximal 5 m beträgt.

Aufgrund ihrer Funktion stellte der Architekt höchste Anforderungen an die „Lebensdauer“ (und damit an die Dauerhaftigkeit) des Betons sowie an die in Sichtbeton auszuführenden Oberflächen. Konkret wurde in der Ausschreibung u.a. gefordert: Scharfkantigkeit, keine Abplatzungen, keine Kiesnester und keine Risse. Wasserläufer und Schlierenbildung waren ebenso inakzeptabel wie Poren (< 0,3 %!). Nacharbeiten wa-



Bild 11: ... und Ausstellung in der Bundeskunsthalle in Bonn

ren bis zu einer Höhe von 2 m nicht erlaubt.

Für die in einem Fertigteilwerk hergestellten Betonstelen (Bild 15) wurde ein fließfähiger Beton entwickelt, der nahezu selbstentlüftend war und dennoch alle Anforderungen von DIN EN 206-1 und



*Bild 12: Der originalen Steinmetz-
arbeit täuschend ähnlich nachgebildet
– Lampenmasten aus Beton in Naumburg*



*Bild 13: Nachbildung der „Steinmetz-
handschrift“ durch Verwendung von
Kautschukmatrize und selbstverdich-
tendem Beton*



*Bild 14: Musterstelen für das Denkmal
für die ermordeten Juden Europas in
Berlin*

DIN 1045-2 erfüllte. Das Fließverhalten des Betons war etwa in die Konsistenzklasse F6 einzuordnen.

Neben der hohen Fließfähigkeit war aufgrund der Abmessungen der Stelen als Hohlkörper trotz geringer Wanddicken von etwa 20 cm ein Beton mit möglichst geringer Hydratationswärmeentwicklung gefordert. Hierfür eignete sich der Spezialzement CEM III/A 42,5 N Optacolor®, der zum einen als Hochofenzement eine niedrige Hydratationswärme-

entwicklung (NW-Eigenschaft: ≤ 270 J/g) aufweist und zum anderen aufgrund seines hohen Wasserrückhaltevermögens und seiner optimierten Kornverteilung dem Beton die erforderliche gute Verarbeitbarkeit und Fließfähigkeit sowie die notwendige längere Verarbeitungszeit gibt (Bild 16).

Der Beton wurde mit einem Wasserzementwert $\leq 0,34$ hergestellt. Die Gesteinskörnung bestand aus besonders ausgewähltem Sand und Kies

sowie Basaltmehl. Zur Erzielung der hohen und lang anhaltenden Fließfähigkeit wurde ein PCE-Hochleistungsfließmittel eingesetzt. Für die vom Architekt gewünschte anthrazitgraue Färbung der Betonstelen wurde schwarzes Eisenoxidpigment verwendet.

Die bislang betonierten Stelen (Bild 17) haben sowohl die Erwartungen der Ausführenden als auch die des Architekten Prof. Peter Eisenman in hohem Maße erfüllt.



*Bild 15: Betonieren der bis zu 5 m
hohen Stelen im Fertigteilwerk*



*Bild 16: Anthrazitfarbener Beton füllt
die etwa 20 cm breite Schalung*



*Bild 17: Lagerung der Betonstelen im
temperierten Zwischenlager*