

Seit mehr als drei Jahrzehnten wird in Deutschland Beton durch Zugabe von Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff optimiert. In dieser Zeit ist ein umfassendes bautechnisches Regelwerk entstanden, welches die stofflichen, anwendungsbezogenen und überwachungstechnischen Aspekte umfaßt. Eine übersichtliche Darstellung dieses Regelwerkes gibt der BVK mit seinen BVK – Betontechnischen Empfehlungen heraus. Praktische Erfahrungen und neue Anwendungen mit Zustimmung im Einzelfall helfen, die Leistungsfähigkeit des Baustoffs Steinkohlenflugasche weiter auszuschöpfen.

Basierend auf Forschungsergebnissen und praktischen Erfahrungen beim Einsatz von Steinkohlenflugasche im Beton geben wir als Anregung zur Lösung eigener Betonaufgaben und zur Optimierung vorhandener Betonrezepturen in loser Folge unsere BVK – Betontechnischen Merkblätter heraus. Die hier zusammengestellten Angaben und Empfehlungen wenden sich an den Fachmann. Sie sind mit großer Sorgfalt und nach bestem Wissen der Herausgeber zusammengestellt, eine Haftung kann jedoch nicht übernommen werden.



BVK – Betontechnische Merkblätter

Merkblatt

Hochfester Beton

Quellennachweis bzw. weiterführende Literatur:

- /1/ DIN 1045-2: 2001-7 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton“, Teil 2.
- /2/ Richter, T.: Hochfester Beton – Hochleistungsbeton. Schriftenreihe Spezialbetone, Band 3, Verlag Bau und Technik, Düsseldorf 1999.
- /3/ Müller, Ch., Schröder, P. und Schießl, P.: Hochleistungsbeton mit Steinkohlenflugasche. In: Vorträge zur VGB/BVKFachtagung „Flugasche im Beton“, VGB Kraftwerkstechnik GmbH, Essen 1998.
- /4/ Zimbelmann, R. K. und Junggunst, J.: Hochleistungsbeton mit hohem Flugaschegehalt. Beton- und Stahlbetonbau 94 (1999), H. 2, S. 58-65.
- /5/ Hirschfeld, M. und Dams, S.: B 90 für die Schadow Arkaden – Betontechnologie und Qualitätssicherung. Beton 43 (1993), H. 11, S. 569-575.
- /6/ Schießl, P., Alfes, Ch. und Hirschfeld, M.: Fertigteilstützen auf hochfestem Beton – Bemessung und konstruktive Durchbildung am Beispiel Schadow-Arkaden. Beton und Stahlbetonbau 89 (1994), H. 4, S. 101-106.
- /7/ Theile, V., Hildebrand, H. und Brüggemann, H. G.: Hochhausensemble mit projektbezogenen Sonderbetonen. Beton 46 (1996), H. 9, S. 535-540.

Erarbeitet durch: BVK-Arbeitskreis Beton

Impressum:

Copyright by Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e.V. Düsseldorf, 2001

2. Ausgabe 2001

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Bestell-Nr. 052106



Bundesverband
Kraftwerksnebenprodukte e.V.

Niederkasseler Kirchweg 97
D-40547 Düsseldorf
Telefon: 02 11/57 91 95
Telefax: 02 11/57 95 24
e-mail: thamm.bvk@t-online.de
<http://www.bvk-online.com>

überreicht durch:

1001

Bestell-Nr. 052106 · Ausgabe 2001
Herausgegeben vom
Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e.V.

Stichworte

- Hochfester Beton
- Hochleistungsbeton
- Druckfestigkeitsklassen

Allgemeines

Hochfeste Betone sind nach DIN 1045-2 Normal- und Schwerbetone der Druckfestigkeitsklassen C55/67 bis C100/115 und Leichtbetone der Druckfestigkeitsklassen LC55/60 bis LC 80/88. /1/ Diese Betone weisen neben einer hohen Festigkeit eine hohe Dichtheit und damit verbunden einen hohen Widerstand gegen aggressive Medien auf. Sie werden daher auch als Hochleistungsbetone bezeichnet /2/. Hochleistungsbetone werden mit hohem Zementgehalt und niedrigem äquivalentem Wasserzementwert von 0,3 bis 0,4 hergestellt. In der Regel werden staubfeine Betonzusatzstoffe eingesetzt, um eine optimale Packungsdichte der Feststoffe im Beton zu erzielen. Eine ausreichende Verarbeitbarkeit wird durch den Einsatz hochwirksamer Fließmittel erreicht. Durch die Verwendung hochfester Zuschläge kann die Festigkeit weiter gesteigert werden.

Stand der Technik

Umfangreiche Untersuchungen /3,4/ haben ergeben, dass die Wirksamkeit der Steinkohlenflugasche in Betonen mit $w/z < 0,4$ über den bei Normalbeton üblichen Anrechenbarkeitswert $k = 0,4$ weit hinausgeht, weil Füllerwirkung und puzzolanischer Festigkeitsbeitrag mit sinkendem w/z -Wert zunehmen. Mit einem Gesamtbindemittelgehalt von 500 kg je m^3 Beton bei einem Flugaschegehalt von 30M.-% im Bindemittel wurden zielsicher Betone der Festigkeitsklassen B65 (C55/67) und B75

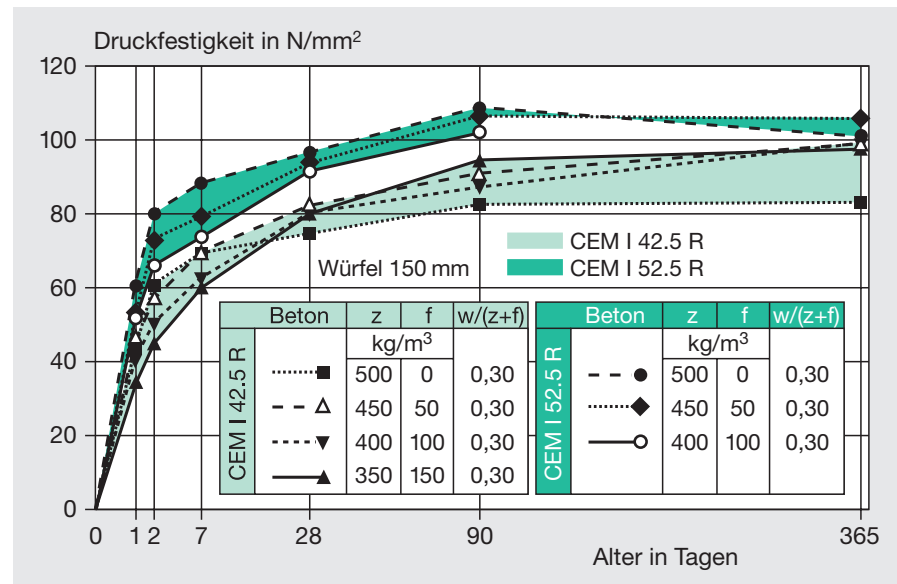


Bild 1: Druckfestigkeitsentwicklung bis zum Alter von 365 Tagen /3/

(C60/75) hergestellt (s. Bild 1). Aufgrund des Nacherhärtungspotenzials der flugaschehaltigen Betone wurden im Nachweialter von 90 Tagen die Festigkeitsklassen B75 (C60/75) bis B95 (C80/95) erreicht. Die Flugasche lieferte damit denselben Festigkeitsbeitrag wie der Zement. Auch bei 30 %igem Flugascheanteil im Bindemittel betrug die Druckfestigkeit des Betons nach einem Tag bereits 36 N/mm^2 . Bei zusätzlicher Zugabe von 5 % Silicastaub bezogen auf den Zement konnte jeweils die nächst höhere Festigkeitsklasse erreicht werden. Die Verformungseigenschaften bei Druck und Zugbeanspruchung der Betone mit Steinkohlenflugasche unterschieden sich nicht von denjenigen der Betone ohne Flugasche.

Die Verformungen infolge Schwinden wurden durch die Steinkohlenflugasche ebenfalls nicht beeinflusst. Lediglich bei den Kriechverformungen wurde ein Unterschied festgestellt. Das Endkriechmaß betrug bei 30 % Flugasche im Bindemittel weniger als die Hälfte des Endkriechmaßes des Betons ohne Flugasche. Die Kennwerte für die Formänderungen und die Bemessungsregeln nach DIN 1045-1 für hochfesten Beton können direkt angewendet werden.

Die Untersuchungen der Dauerhaftigkeit ergaben bei den Betonen mit Steinkohlenflugasche gleicher Festigkeit geringere Gaspermeabilitätskoeffizienten und damit eine erhöhte Dichtheit sowie einen erhöhten Widerstand gegen das Eindringen von Chloriden. Das Abnahmekriterium für den Frost-Tausalzweidstand im CDF-Versuch wurde sicher eingehalten.

Anwendungshinweise

Steinkohlenflugasche hat sich allein und in Kombination mit Silicastaub als Betonzusatzstoff für Hochleistungsbeton bei verschiedenen Bauvorhaben bereits bewährt (vgl. /5,6,7/). Beispiele für ausgeführte Betonrezepturen enthält Tabelle 1.

Bauteile	Wände	Stützen	Fertigteilstützen		
Betonfestigkeitsklasse	B65	B90	B115		
Konsistenzbereich	KP/KF	KF	KP/KF		
Zementart	CEM I 42,5 R				
Zementgehalt z	kg/m ³	400	430	470	
Wassergehalt w	kg/m ³	155 ¹⁾	125 ²⁾	120 ¹⁾	
Steinkohlenflugaschegehalt f	kg/m ³	100	90	120	
Silicastaubgehalt s ⁶⁾	kg/m ³	-	45	35	
Sieblinienbereich	kg/m ³	A16/B16	A16/B16	A16/B16	
Zuschlagart	Mainsand 0/2 Rheinkies 2/16	Rheinsand 0/2 Rheinkies 2/16	Mainsand 0/2 Basaltspült 2/5 Basaltspült 1/16		
Zusatzmittelart	FM BV FM				
Zusatzmittelgehalt	% von z	2,0 ³⁾	2,0 ⁴⁾	1,4 ⁵⁾	2,0 ⁴⁾

1) ohne Wasseranteil aus Fließmittel 2) incl. Wasseranteil aus Suspension 3) Zugabe im Werk

4) Zugabe auf der Baustelle 5) pulverförmig 6) als Silicasuspension eingesetzt, Wassergehalt angerechnet