

Seit mehr als drei Jahrzehnten wird in Deutschland Beton durch Zugabe von Flugasche 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 Flugasche weiter auszuschöpfen.

Basierend auf Forschungsergebnissen und praktischen Erfahrungen beim Einsatz von Flugasche 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.

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 Spezialbeton, Band 3, Verlag Bau und Technik, Düsseldorf, 1999.
- [3] Müller, Ch.; Schröder, P. und Schießl, P.: Hochleistungsbeton mit Steinkohlenflugasche. In: Vorträge zur VGB/BVK-Fachtagung „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 BVK, Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e. V. Düsseldorf,
Ausgabe 7/2007

Nachdruck auch auszugsweise mit Quellenangabe gestattet.

Bestell-Nr. 052106



Bundesverband
Kraftwerksnebenprodukte e. V.

Niederkasseler Kirchweg 97
D-40547 Düsseldorf
Telefon 0211/57 91 95
Telefax 0211/57 95 24
e-Mail: info@bvk-online.com
<http://www.bvk-online.com>



BVK- Betontechnische Merkblätter

Merkblatt

Hochfester Beton

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

Stichworte

- Hochfester Beton
- Druckfestigkeitsklassen

Allgemeines

Nach DIN EN 206-1:2001-07 ist hochfester Beton definitionsgemäß ein "Beton mit einer Festigkeitsklasse über C 50/60 im Falle von Normalbeton oder Schwerbeton und einer Festigkeitsklasse über LC 50/55 im Falle von Leichtbeton". Bis zur Festigkeitsklasse C 80/95 gelten für die Betonzusammensetzung die Anforderungen von DIN EN 206-1 und DIN 1045-2.

Zur Herstellung von hochfestem Beton werden vorzugsweise CEM I - Zemente (Portlandzemente der Festigkeitsklassen 42,5 und 52,5 verwendet. Der Zementgehalt liegt im Regelfall über 300 kg/m³, der Anteil an Zement und Flugasche zusammen über 400 kg/m³, der w/b-Wert liegt unter 0,4. Die Kombination aus höheren Bindemittelgehalten und niedrigen w/b-Werten führt zu einer höheren Gefügedichtigkeit. Daher ist hochfester Beton in der Regel auch besonders dauerhaft. Bei Betondruckfestigkeiten von ca. 100 N/mm² entspricht die Festigkeit der Bindemittelmatrix in vielen Fällen der Festigkeit der Gesteinskörnung. Zur Erzielung noch höherer Betonfestigkeiten ist daher eine Abstimmung zwischen Kornfestigkeit und Matrixfestigkeit erforderlich. Des weiteren empfiehlt sich eine Reduzierung des Größtkorns.

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 puzzolischer Festigkeitsbeitrag mit sinkendem w/z-Wert zunehmen. Mit einem Gesamtbindemittelgehalt von 500 kg je m³ Beton bei einem Flugaschegehalt von 30 M.-% im Bindemittel wurden zielsicher Betone der Festigkeitsklassen B65 (C55/67) und B75

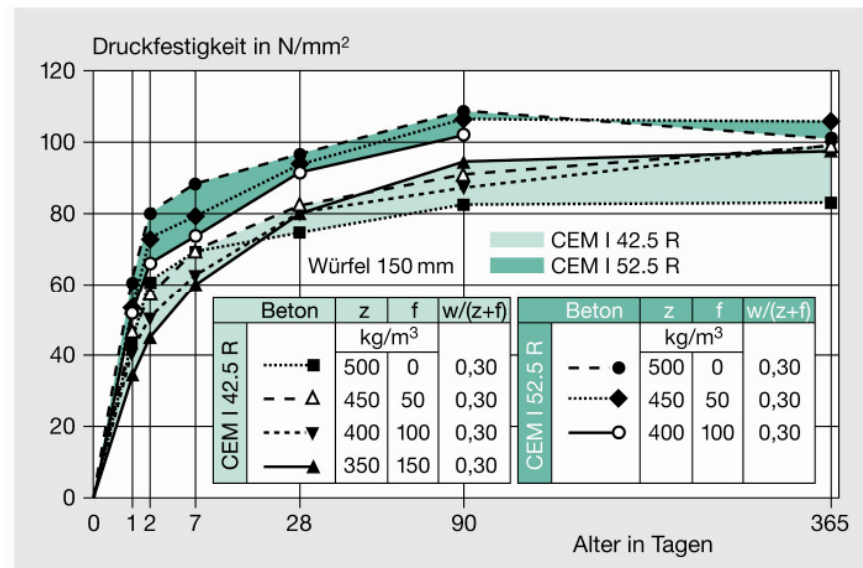


Bild 1: Druckfestigkeitsentwicklung bis zum Alter von 365 Tagen [3]

(C 60/75) hergestellt (s. Bild 1). Aufgrund des Nacherhärtungspotenzials der flugaschehaltigen Betone wurden im Nachweialter von 90 Tagen die Festigkeitsklassen B 75 (C 60/75) bis B 95 (C 80/95) 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/mm². 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-Tausalzwiderstand im CDF-Versuch wurde sicher eingehalten.

Anwendungshinweise

Steinkohlenflugasche hat sich als Betonzusatzstoff für Hochfesten Beton bei verschiedenen Bauvorhaben bereits bewährt (vgl. [5], [6], [7]).

Beispiele für ausgeführte Betonrezepturen enthält nachfolgende Tabelle :

Bauteile	Wände	Stützen	Fertigteilstützen
Betonfestigkeitsklasse	B65	B90	B115
Konsistenzbereich	KP/KF	KF	KP/KF
Zement	CEM I 42,5 R		
	kg/m ³		
	400	430	470
Wasser	kg/m ³		
	155 ¹⁾	125 ²⁾	120 ¹⁾
Flugasche	kg/m ³		
	100	90	120
Silicastaub 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 Basaltspitt 2/5
Zusatzmittel			
	% von		
	2,0 ³⁾	2,0 ⁴⁾	2,0 ⁴⁾
		1,4 ⁵⁾	

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