

## ALLGEMEINES

Nach DIN EN 206-1 ist hochfester Beton definitionsgemäß ein "Beton mit einer Festigkeitsklasse über C 55/67 im Falle von Normalbeton oder Schwerbeton und einer Festigkeitsklasse über LC 55/60 im Falle von Leichtbeton". Für Beton der Festigkeitsklasse C 90/105 und C 100/115 ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich.

Zur Herstellung von hochfestem Beton werden vorzugsweise CEM I-Zemente der Festigkeitsklassen 42,5 und 52,5 in Verbindung mit Flugasche, Feinstflugasche und/oder Silikatstaub verwendet. Der w/b-Wert liegt unter 0,4. Die Kombination aus aufeinander abgestimmten besonders

feinen und reaktiven Bindemitteln und minimierter Wassermenge führt in der Regel zu einer höheren Gefügedichtigkeit [1].

Daher ist hochfester Beton in der Regel auch besonders dauerhaft. Bei Betondruckfestigkeiten von ca. 100 N/mm<sup>2</sup> entspricht die Festigkeit der Bindemittelmatrix in vielen Fällen der Festigkeit der Gesteinskörnung. Zur Erzielung noch höherer Betonfestigkeiten gewinnt die Festigkeit der Gesteinskörnung sowie die Korngrößenverteilung zunehmend an Bedeutung. Desweiteren empfiehlt sich eine Reduzierung des Größtkorns.

## STAND DER TECHNIK

Umfangreiche Untersuchungen [2, 3] haben ergeben, dass die Wirksamkeit der Steinkohlenflugasche in Betonen mit w/z < 0,4 über den bei Normalbeton üblichen Anrechnungswert k=0,4 weit hinausgeht, weil Füllerwirkung und puzzolanischer Festigkeitsbeitrag mit sinkendem w/z-Wert überproportional zunehmen. Mit einem Gesamtbindemittelgehalt von 500 kg/m<sup>3</sup> Beton bei einem Flugaschegehalt von 30 M.-% im Bindemittel wurden bereits in den 1990er Jahren zielsicher Betone der Festigkeitsklassen B65 (C55/67) und B75 (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 den gleichen Festigkeitsbeitrag wie

der Zement. Bei 30%-igem Flugascheanteil im Bindemittel betrug die Druckfestigkeit des Betons nach einem Tag bereits 36 N/mm<sup>2</sup>. Bei zusätzlicher Zugabe von 5% Silicastaub bezogen auf den Zement konnte jeweils die nächst höhere Festigkeitsklasse erreicht werden. Das Verformungsverhalten bei Druck und Zugbeanspruchung der Betone mit Steinkohlenflugasche unterschied sich nicht von den der Betonen ohne Flugasche.

Die Verformungen infolge Schwinden wurden durch die Steinkohlenflugasche ebenfalls nicht beeinflusst.

Bei den Kriechversuchen wurde ein Endkriechmaß bei 30% Flugasche im Bindemittel festgestellt, das weniger als die Hälfte des Endkriechmaßes des Betons ohne Flugasche betrug.

Die Kennwerte für die Formänderungen und die Bemessungsregeln nach DIN 1045-1 für hochfesten Beton können direkt angewendet werden.

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

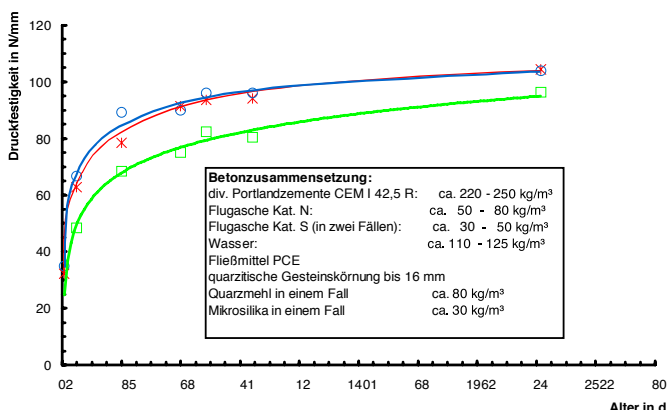


Bild 1: Druckfestigkeitsentwicklung bis zum Alter von 365 Tagen [2]

## ANWENDUNGSHINWEISE

Steinkohlenflugasche hat sich als Betonzusatzstoff für hochfesten Beton bei verschiedenen Bauvorhaben bewährt

(vgl. [4, 5, 6]). Beispiele für ausgeführte Betonzusammensetzungen enthält die nachfolgende Tabelle:

BAUTEILE	WÄNDE	STÜTZEN	FERTIGTEILSTÜTZEN
Betonfestigkeitsklasse	B65	B90	B115
Konsistenzbereich	KP/KF	KF	KP/KF
Zementart	CEM I 42,5 R		
Zementgehalt z [kg/m <sup>3</sup> ]	400	430	470
Wassergehalt w [kg/m <sup>3</sup> ]	155 <sup>1)</sup>	125 <sup>2)</sup>	120 <sup>1)</sup>
Steinkohlenflugaschegehalt f [kg/m <sup>3</sup> ]	100	90	120
Silikastaubgehalt s <sup>6)</sup>	–	45	35
Sieblinienbereich [kg/m <sup>3</sup> ]	A16/B16	A16/B16	A16/B16
Zuschlagart	Mainsand 0/2 Rheinkies 2/16	Rheinsand 0/2 Rheinkies 2/16	Mainsand 0/2 Basaltsplitt 2/5 Basaltsplitt 1/16
Zusatzmittelart	FM	BV	FM
Zusatzmittelgehalt [% von z]	2,0 <sup>3)4)</sup>	1,4 <sup>5)</sup>	2,0 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> ohne Wasseranteil aus Fließmittel <sup>2)</sup> inkl. Wasseranteil aus Suspension <sup>3)</sup> Zugabe im Werk <sup>4)</sup> Zugabe auf der Baustelle <sup>5)</sup> pulverförmig  
<sup>6)</sup> als Silicasuspension eingesetzt, Wassergehalt angerechnet

## QUELENNACHWEISE BZW. WEITERFÜHRENDE LITERATUR

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



**WIN**  
Wirtschaftsverband  
Mineralische Nebenprodukte e.V.

*Anschrift* Tannenstraße 2, 40476 Düsseldorf  
*Telefon* 0211 4578341  
*E-Mail* service@win-ev.org  
*Webseite* www.win-ev.org

*Hinweis:* Diese Informationen sind mit großer Sorgfalt und nach bestem Wissen zusammengestellt, eine Haftung kann jedoch nicht übernommen werden.