

Durch Vorversuche und Eignungsprüfungen ist eine praxismgerechte, auf das jeweilige Bauvorhaben bezogene Betonprojektierung vorzunehmen. Das Merkblatt des Deutschen Beton- und Bautechnikvereins „Massige Bauteile aus Beton“ [9], gibt dazu insgesamt wertvolle Hinweise. Die meisten der aufgeführten Maßnahmen bedürfen einer Zustimmung im Einzelfall.

Quellennachweis bzw. weiterführende Literatur:

- [1] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb): Richtlinie Massige Bauteile aus Beton, Ausgabe März 2005
- [2] Schießl, P.; Härdtl, R.: Betone für massige Bauteile. Beton 45, 1996, Heft 11, S. 668-672
- [3] Schießl, P.; Härdtl, R.: Einfluß von Steinkohlenflugasche auf den Sulfatwiderstand von Betonen. Abschlußbericht Forschungsvorhaben F 262 vom 05.10.1992 (AIF-Nr. 7690)
- [4] Krüger, G.: Der Post-Tower - Das höchste Bürogebäude Nordrhein-Westfalens. Beton 11, 2002, S. 524-528
- [5] Koch, H.-J.; Lutze, D.: Sonderbeton für Fundamentplatten. Beton 4, 1995, S. 227-233
- [6] Wagner, J.-P.: Massenbetone für die Gewichtsstaumauer Talsperre Leibis/Lichte. Beton Informationen 2/3, 2004, S. 19-28
- [7] Rock, D.; Zwick, O.: Der Engelberg-Basistunnel. Beton 1, 2000, S. 10-15
- [8] Göpfert, T.; Brameshuber, W.: Tübbingbeton für den Katzenbergtunnel - eine echte Herausforderung. 36. Aachener Baustofftag, 5. März 2007
- [9] Zement-Merkblatt Betontechnik B11: Massige Bauteile aus Beton. Fassung 7.2006, www.beton.org.

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 überwachungs-technischen 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.

Erarbeitet durch:
BVK-Arbeitskreis Beton

Impressum:
Copyright by Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e. V. Düsseldorf
Ausgabe 5/2007
Nachdruck auch auszugsweise mit Quellenangabe gestattet.

Bestell-Nr. 052103



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

Massenbeton

Bestell-Nr. 042103
Herausgegeben vom
Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e. V.

Stichworte

- **Mass Beton**
- **Hydratationswärme**
- **Bemessungsalter**

Allgemeines

An Mass Beton für die Herstellung von Fundamenten, Bodenplatten und sonstigen großvolumigen Bauteilen (Beton für massige Bauteile) sind betontechnologisch besondere Anforderungen zu stellen.

Im Wesentlichen sind beim Betonentwurf und für die Nachbehandlung für Mass Beton zu berücksichtigen:

- die Abmessungen und Gliederung des Bauteiles
- das Verhältnis des Volumens zur freien Oberfläche
- der Bauablauf
- die Bewehrungsführung
- Art, Ablauf und Geschwindigkeit des Betoneinbaus
- die wahrscheinlichen Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt des Betoneinbaus und für den Zeitraum der Nachbehandlung
- besondere Anforderungen an den Beton.

Nach den Vorgaben für die Bauausführung sind die Betonzusammensetzung, die Frischbetoneigenschaften:

- Konsistenz/Verarbeitbarkeit
- Verzögerungszeiten
- Wasserrückhaltevermögen

und die Festbetoneigenschaften:

- Hydratationswärmeentwicklung
- Druckfestigkeit (Bemessungsalter 56 bzw. 90 Tage)

festzulegen bzw. nachzuweisen sowie die Art und Dauer der Nachbehandlung zu bestimmen.

Stand der Technik

Zur Herstellung von massigen Bauteilen ist in Änderung bzw. Ergänzung zu den Anforderungen der DIN EN 206 und DIN 1045-2 die DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ [1] zu beachten. Die Richtlinie gilt für massige Bauteile, deren kleinste Bauteilabmessung 0,80 m beträgt, und bei denen Zwang und Eigenspannungen in besonderer Weise zu berücksichtigen sind.

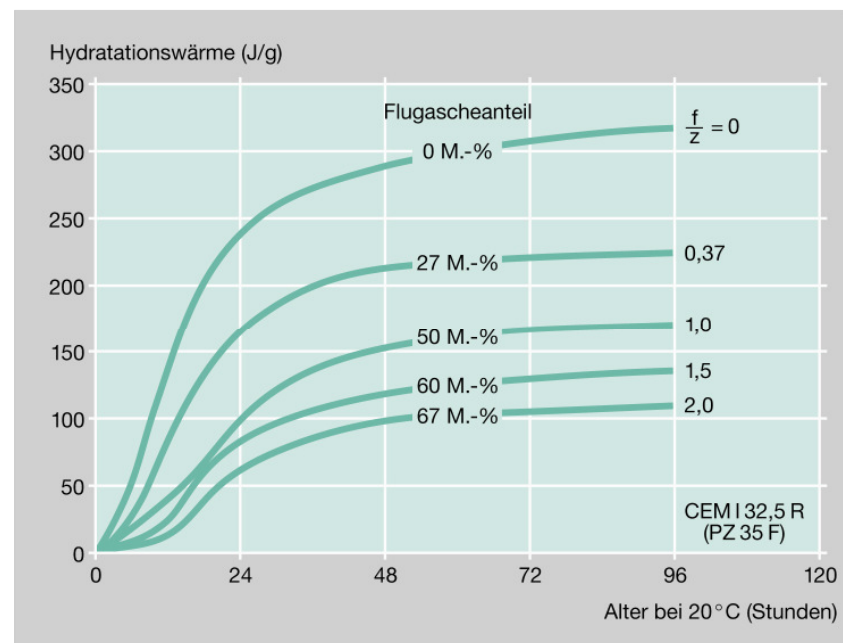
Um möglichst rissfreie Bauteile zu erhalten, d.h. Spannungen aus Temperaturdifferenzen zwischen Bauteilkern und -randzonen zu reduzieren, ist die Bindemittelauswahl für den Beton hinsichtlich der Hydratationswärmeentwicklung von besonderer Bedeutung. Deswegen wurden in der DAfStb Richtlinie

- der Mindestzementgehalt in den Expositionsclassen XD2, XD3, XS2, XS3, XF2, XF3, XF4 und XA2 auf 300 kg/m³ reduziert,

- der Mindestzementgehalt bei Anrechnung von Zusatzstoffen in der Expositionsclassenklasse XA1 auf 240 kg/m³ abgesenkt,
- die Mindestdruckfestigkeitsclassen in den Expositionsclassen XD2, XS2, XF2 und XF3 (jeweils ohne künstlich eingeführte Luftporen) sowie in XD3, XS3 und XA2 auf C30/37 gemindert und
- der $(w/z)_{eq}$ von 0,45 auf 0,50 erhöht in den Expositionsclassen XD3 und XS3 bei Verwendung von CEM II/B-V, CEM IIIA oder CEM IIIB ohne oder mit Flugasche als Betonzusatzstoff oder bei anderen Zementen nach Tabelle F3.1 oder F3.2 der DIN 1045-2 in Kombination mit Flugasche als Betonzusatzstoff, wobei der Mindestflugaschegehalt 20 M.-% bezogen auf (z+f) betragen muss.

Für Bauvorhaben mit extrem großen Bauteilabmessungen, z.B. Fundamentplatten für Großbauten, Schleusen, etc. werden Betone mit geringeren Zement- und höheren Flugaschegehalten eingesetzt. Diese wurden bisher - und sind wohl auch in Zukunft - nur mit einer Zustimmung im Einzelfall oder allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen realisierbar.

Beim Austausch von beispielsweise 60 M.-% CEM I 32,5 R durch Steinkohlenflugasche kann die Hydratationswärme um 60 % gesenkt werden [2]. Desweiteren wird durch Flugasche bei einem Anteil von ≥ 20 M.-% am Gesamtbindemittel der Sulfatwiderstand von Beton entscheidend verbessert [3].



Hydratationswärmeentwicklung von Mörteln im Thermoflaschenversuch abhängig vom Flugascheanteil im Bindemittel ($w/(z+f) = 0,60$) [2]

Anwendungshinweise

Aus den vorgenannten Anforderungen an den Mass Beton, insbesondere niedrige Hydratationswärme und gute Verarbeitbarkeit, ergibt sich die Festlegung der Bindemittelmenge und -zusammensetzung. Dabei wurden in der Vergangenheit die verschiedensten Bauwerke/-teile hergestellt. Die aus der Herstellung von Normalbeton bekannten Vorteile des Einsatzes von Flugasche wirken sich dabei besonders positiv aus.

Tabelle: Bauwerke / -teile mit massigen Betonen (Auswahl)

Bauteil Bauwerk	Bodenplatte Post Tower Bonn	Bodenplatte Kraftwerk Schkopau	Vorsatzbeton Talsperre Leibis/Lichte	Tunnelsohle Engelberg-Basistunnel	Tübbing Katzenbergtunnel
	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Zement [kg/m ³]	CEM III/A 32,5 280	180	CEM II B-S 32,5 R-NA 150	CEM I 32,5 R 240	CEM I 52,5 N 200 ± 20
Flugasche [kg/m ³]	80	200	50	140	120 ± 20
Kalksteinmehl [kg/m ³]				19	
Wasser [kg/m ³]	178	170	100	173	
w/z	0,64	0,94	0,50	0,72	0,50
$(w/z)_{eq}$	0,57	0,46	0,54	0,75	
k-Wert		1,00	0,70	0,75	0,60
Zusatzmittel	BV	FM, VZ	LP	BV, FM	FM
Fließmittel [M.-%]		1,0 - 1,2 ¹⁾		1,0	+
Verflüssiger [M.-%]	0,4			0,5	
LP-Bildner [M.-%]			0,18		

¹⁾ von z+f

Abweichend von den derzeitigen Normvorgaben kann bei Betonen mit Zustimmung im Einzelfall der maximale Anteil Flugasche im Gesamtbindemittel in Abhängigkeit von der Zementart gemäß der nachfolgenden Tabelle festgelegt werden:

Zementart	Flugascheanteil in M.-%	f/z
CEM I	60	1,5
CEM III A	40	0,66
CEM III B	20	0,25

Es wurde wissenschaftlich nachgewiesen, daß bei diesen Flugaschegehalten die für den Korrosionsschutz der Bewehrung erforderliche Alkalität des Betons gewährleistet ist. Der Festigkeitsbeitrag der Flugasche rechtfertigt bei diesen Betonen für ein Bemessungsalter von 56 Tagen den Ansatz eines k-Wertes von 1,0 zur Abschätzung der Betondruckfestigkeit.