

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 EN 1536:1999-06: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Bohrpfähle, Deutsche Fassung EN 1536:1999
- [2] DIN Fachbericht 129: Anwendungsdokument zu DIN EN 1536:1999-06, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Bohrpfähle
- [3] Wagner, J.-P.; Willmes, M.: Betontechnik und Ausführung im Los Nord der ICE Neubaustrecke Nürnberg-Ingolstadt, insbesondere der Tunnel Offenbau. BVK/VGB Tagung „Flugasche im Beton-Neue Erkenntnisse“, Tagungsband TB 708, 2005
- [4] BVK Produktinformation 28: Steinkohlenflugasche für den Beton der größten Baustelle der Welt. BVK e.V. Düsseldorf, Ausgabe 1999

Erarbeitet durch:
BVK-Arbeitskreis Beton

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

Bestell-Nr. 052101



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

Bohrpfahlbeton

Bestell-Nr. 052101
Herausgegeben vom
Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e. V.

Stichworte

- Bohrpfahlbeton
- k-Wert
- Schlitzwandbeton

Allgemeines

Die Herstellung von Bohrpfählen regelt DIN EN 1536 [1], die mit Ende des Jahres 2007 endgültig auch die bis dahin parallel geltende DIN 4014 ersetzt. Neben den Inhalten der DIN EN 1536 sind die Festlegungen des nationalen Anwendungsdokumentes, dem DIN Fachbericht 129 [2], zu beachten.

Der für die Herstellung von Bohrpfählen in der Regel verwendete Ortbeton ist üblicherweise Transportbeton. Dieser wird in einen vorgebohrten Erdhohlraum, der temporär mit thixotroper Stützflüssigkeit gegen Einsturz gesichert ist, eingebracht. Ortbeton-Bohrpfähle können bewehrt oder unbewehrt sein.

Stand der Technik

Zur Gründung von Bauwerken in wenig tragfähigem Boden verwendet man Ortbeton-Bohrpfähle, um die Bauwerkslasten bis auf tiefer liegende tragfähige Schichten zu leiten oder um durch Mantelreibung der Pfähle eine höhere Lastaufnahme zu erzeugen. Hierbei werden oft Pfahlbündel (Brückenfundamente) oder Pfahlgruppen verwendet, auf deren Pfahlköpfen die eigentlichen Bauwerksfundamente aufliegen. Bei der Sicherung gegen seitlich einwirkende Lasten, zur Baugrubensicherung, bei Tunnelbauten in Deckelbauweise, Abfangen von Bestandsbauten u. A. werden Wände nach dem Prinzip der überschnittenen Bohrpfahlwand unter Verwendung von Primär- und Sekundärpfählen hergestellt. Der Durchmesser von Ortbeton-Bohrpfählen kann je nach Anforderung sehr unterschiedlich sein. Übliche Abmessungen liegen zwischen 0,60 m und 2,0 m Durchmesser.

Gemäß DIN EN 1536 und DIN FB 129 muss die Betonzusammensetzung der DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 entsprechen. Als Festigkeitsklassen müssen i. d. R. C 20/25 oder C 30/37 eingehalten werden. Beton für Primärpfähle von Bohrpfahlwänden darf mit einer niedrigeren Festigkeitsklasse hergestellt werden.

Bohrpfahlbetone müssen sich durch hohe Plastizität, guten Zusammenhalt durch Mischungsstabilität und gute Fließfähigkeit auszeichnen. Sie sollten weitestgehend die Eigenschaften haben, sich selbst zu verdichten.

Die gemeinsame Verwendung von Zement und Betonzusatzstoffen (Typ II) wird von DIN EN 1536 empfohlen. Bei der Verwendung von Flugasche nach DIN EN 450 darf die Flugasche auf den Wasserzementwert $(w/z)_{eq}$ mit dem k_f -Wert 0,7 angerechnet werden. Die Grenzwerte der Zusammensetzung von Bohrpfahlbeton mit Flugasche sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1: Kriterien zur Betonzusammensetzung mit Flugasche nach DIN EN 1536/DIN FB 129

Festigkeitsklasse	≥ C 20/25, bzw. nach Anforderung der Expositionsklasse	
Größtkorn 32 mm	z ≥ 270 und z+f ≥ 350 [kg/m³ Beton]	
Größtkorn 16 mm	z ≥ 300 und z+f ≥ 400 [kg/m³ Beton]	
$(w/z)_{eq}$	≤ 0,60	
k_f	0,7	
Anrechnung von Flugasche bei Verwendung von:	CEM I CEM II/A [S,V,P,T,LL] CEM II/B [S,T,LL]	CEM II/A-M (S-V) CEM II/B-M (S-V) CEM III/[A,B]
Zugabe, aber keine Anrechnung von Flugasche bei Verwendung von:	CEM II/B-V CEM II/B-P	CEM II/A-D CEM III/C

Anwendungshinweise

Die Verwendung des Anrechenbarkeitswertes von $k_f = 0,7$ erfolgt auf der Basis der Sicherstellung einer ausreichenden Nachbehandlung und Nacherhärtungsmöglichkeit. Der Einbau im Erdreich sorgt für eine dauerhafte Umgebungsfeuchte und sichert den Beton gegen Austrocknung. Hierdurch erreichen Flugaschebetone ein sehr dichtes Gefüge und damit eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischem und chemischem Angriff.

Dies ermöglicht auch die Anrechnung von Flugasche bei Bohrpfahlbeton auf den $(w/z)_{eq}$ Wert mit $k_f = 0,7$ in Baugrund, der aufgrund geogener Belastungen oder Verunreinigungen der Expositionsklasse XA zugeordnet werden muss.

Tabelle 2: Beispielhafte Betonzusammensetzung für Bohrpfahlwand aus [3]

Bauteil		Primärpfahl	Sekundärpfahl
Betonfestigkeitsklasse		C 25/30	C 25/30
Konsistenz		F 5	F 5
Zement	[kg/m³]	CEM III/A 32,5 170	CEM III/A 32,5 320
Flugasche	[kg/m³]	180	80
Wasser	[kg/m³]	203	215
$(w/z)_{eq}$ Wert		1,02	0,57
k_f Wert		0,7	0,7

Bei der Herstellung von Bohrpfahl-Sonderbetonen im Zuge des Baus der ICE Neubaustrecke Nürnberg-Ingolstadt waren Betone der Expositionsklasse XA2 herzustellen. Die Verwendung von Flugasche ermöglichte sehr gut verarbeitbare Betone. Nach Zustimmung im Einzelfall konnte aufgrund des Nachweisalters von 90 Tagen die in Tabelle 3 dargestellten Eckwerte der Betonzusammensetzung mit Erfolg verwendet werden.

Tabelle 3: Beispielhafte Betonzusammensetzung für eine Bohrpfahlwand aus [4]

Bauteil		Primärpfahl	Sekundärpfahl
Betonfestigkeitsklasse		C 25/30	C 35/45
Konsistenz		F 5	F 5
Zement	[kg/m³]	CEM I 32,5 R 200	CEM I 32,5 R 240
Flugasche	[kg/m³]	140	200
Wasser	[kg/m³]	170	185
$(w/z)_{eq}$ Wert		0,57	0,48
k_f Wert		0,7	0,7