

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.

Literatur:

- [1] DIN EN 206-1: 2001-07, Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [2] DIN 1045-2: 2001-07, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [3] N.N.: Herstellung von Luftporenbeton. Betonwerk- und Fertigteiltechnik, Heft 1, 2002, S. 46 - 52
- [4] Westendarp, A.: Beton mit Flugasche im Verkehrswasserbau. BVK/VGB Fachtagung Flugasche im Beton -Neue Wege-, 17. Januar 2002, Tagungsband V8, VGB TB 707, S. 1 - 10
- [5] Schmidt, K.: Hochofenzement im Wasserbau. HOZ-Seminar, Readymix Hüttenzement GmbH, Werk Dortmund, 23. Mai 2002, S. 1 - 4
- [6] Wagner, J.-P.: Massenbetone für Gewichtsstaumauer Talsperre Leibis/Lichte. Beton-Informationen 2/3, 2004, S. 19 - 28
- [7] Koch, H.-J.; Lutze, D.: Steinkohlenflugasche in Betonfahrbahndecken. BVK/VGB Fachtagung Flugasche im Beton, 1. Dezember 1998, Tagungsband V5, S. 1 -10

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. 052112



**Bundesverband
Kraftwerksnebenprodukte e. V.**

Niederlassener 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

LP-Beton mit Flugasche

Bestell-Nr. 052112
Herausgegeben vom
Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e. V.

Stichworte

- LP-Beton
- Luftporenbildner
- LP-Gehalt

Allgemeines

Betonbauteile, die im durchfeuchteten Zustand Frost-Tau-Wechseln (FTW), ggf. bei gleichzeitiger Einwirkung von Taumitteln, ausgesetzt sind, erfordern einen hohen Frost- bzw. Frost-Taumittel-Widerstand. Zur Sicherstellung eines praxisgerechten Frost-Taumittel-Widerstandes von Beton sind in DIN EN 206-1 [1] und DIN 1045-2 [2] Anforderungen u. a. an den Luftgehalt im Frischbeton festgeschrieben. Der Luftgehalt wird durch gezielte Zugabe von Luftporenbildnern (LP-Bildner) im Beton eingestellt.

Nach den Betonnormen DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 werden Betone mit hohem Frostwiderstand den Expositionsclassen XF1 bzw. XF3 (Frosteinwirkung bei mäßiger bzw. hoher Wassersättigung ohne Verwendung von Taumitteln) zugeordnet. Diese Betone werden üblicherweise ohne Luftporenbildner hergestellt. Der Frostwiderstand wird durch eine niedrige Kapillarporosität und eine hohe Festigkeit sichergestellt.

Betone, die gleichzeitig durch Frost und Taumittel beansprucht werden, sind den Expositionsclassen XF2 bzw. XF4 zugeordnet (Frosteinwirkung bei mäßiger bzw. hoher Wassersättigung mit Verwendung von Taumitteln. Hinweis: „mäßige“ Wassersättigung ist nicht definiert!). Dies sind Betone für z.B. Flugbetriebsflächen, Betonfahrbahnen, Brückenkapfen oder -pfeiler, aber auch für angrenzende Bauteile wie Stützwände, Leitwände und Eingangsbereiche von Tunneln, die Spritzwasser und Sprühnebel ausgesetzt sind. Für Betone der Expositionsklasse XF4 ist der Einsatz von Luftporenbildnern vorgeschrieben. Betone für die Anwendung in der Expositionsklasse XF2 können mit und ohne Luftporenbildner hergestellt werden.

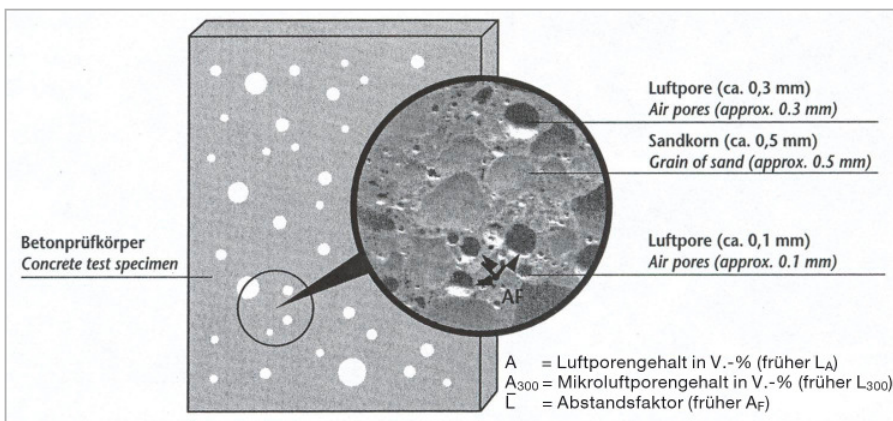


Abb. 1 Luftporenkennwerte in Beton (A , A_{300} , \bar{L}) aus [3]

Durch das künstlich eingeführte Luftporensystem werden Expansionsräume im Porengefüge des Betons geschaffen, durch die die an den Gefriervorgang des Wassers gekoppelte Volumenausdehnung zerstörungsfrei im Betongefüge aufgenommen werden kann. Weiterhin wirken Luftporen kapillarbrechend und vermindern so die Wasseraufnahme des Betons. Die wirksamen Luftporen sind mikroskopisch klein (Porendurchmesser < 300µm [A_{300}]) und dürfen keinen zu großen Abstand (Abstands faktor \bar{L}) voneinander haben, damit sie für das gefrierende, sich in den Kapillarporen ausdehnende Wasser erreichbar sind.

Stand der Technik/Anwendungshinweise

Die Einbringung von Luftporen in den Beton und die Stabilität dieser künstlich eingeführten Luftporen werden durch eine Reihe von betontechnischen, herstellungs-, transport- und umgebungsbedingten Faktoren erschwert. Neben der Zementart, der Art der Gesteinskörnung und dem Einsatz von Zusatzstoffen hat insbesondere der Wasserzementwert einen entscheidenden Einfluss auf Ausbildung und Stabilität von Luftporen.

Bei hohem w/z-Wert und damit dünnflüssigerem Zementleim können die Mikroluftporen aufschwimmen und bei Kontakt mit anderen Mikroluftporen größere Luftporen bilden. Auch bei sehr geringen w/z-Werten (< 0,40) ist das Einbringen gezielter Luftporengehalte mit Schwierigkeiten verbunden [3, 4]. Ebenso ist die Art und Menge des Mehlkorns (Stoffanteile < 0,125 mm) aus Zement, Zusatzstoff und Gesteinskörnung von Bedeutung. Bei gleich bleibender Dosierung des LP-Bildners erschweren hohe Mehlkorngehalte die Luftporenbildung und -stabilität. Dabei ist auch die Kornform des Mehlkorns zu berücksichtigen. Ebenso kann die gemeinsame Verwendung von LP-Bildnern und Betonzusatzmitteln anderer Wirkungsgruppen (Verflüssiger BV, Fließmittel FM, ..) zu Veränderungen des Luftporensystems führen. Die Empfehlungen des Herstellers sind hierbei zu beachten. Auch das Zugabewasser hat einen Einfluss auf die Wirksamkeit des LP-Bildners. Da Recyclingwasser feinste Schwebstoffpartikel aus Bindemittel, abschlämmbaren Bestandteilen und geringe Mengen an Zusatzmitteln beinhaltet, ist für die Herstellung von LP-Beton unbedingt Frischwasser einzusetzen [3].

Generell ist zu berücksichtigen, dass Zement, Zusatzstoff und Gesteinskörnung jeweils einen individuellen LP-Bildnerbedarf haben. Im Rahmen einer Erstprüfung ist deshalb die Wirksamkeit des LP-Bildners in der Betonmischung mit sämtlichen Ausgangsstoffen zu überprüfen. Es sind Vorhaltemaße zu ermitteln und einzuhalten, die ausreichende LP-Gehalte an der Einbaustelle gewährleisten. Bei Austausch einer Betonkomponente oder Wechsel des Lieferwerkes ist eine komplette Neueinstellung der Dosierung des Luftporenbildners vorzunehmen. Bei stark schwankenden Tagestemperaturen während des Einbaus von LP-Beton ist die Dosierung und Wirksamkeit des LP-Bildners kontinuierlich zu überprüfen.

Tabelle mit Anwendungsbeispielen

Bauteil	Kammerwand	Wand	Wände	Vorsatzbeton	Straßenbeton
Bauwerk	Schleuse Rothensee	Steuer- Durchlass	Weserschleu- sen Bremen	Talsperre Leibis/Lichte	Werkstraße KW Knepper
Quelle	[4]	[4]	[5]	[6]	[7]
Betonfestigkeits- klasse	B25 (C 20/25)	B25 (C 20/25)	B25 (C 20/25)		B35 (C30/37)
Besondere Eigenschaften	WU-Beton hoher Frost- widerstand	WU-Beton hoher Frost- widerstand	WU-Beton		
Zement	CEM I 32,5 R	CEM III/A 32,5 N	CEM III/A 32,5 N	CEM II/B-S 32,5 R-NA	CEM I 32,5 R
[kg/m³]	270	320	310	150	270
Flugasche [kg/m³]	65	50	50	50	90
w/z	0,59	0,50	0,50		0,52
(w/z) _{eq}	0,53	0,47		0,59 ¹⁾	0,42
Zusatzmittel	LP	VZ,FM,LP	LP, FM	LP	LP
LP [%v.Z.]			1,28	0,18	1,20
FM [%v.Z.]			4,74		

¹⁾k =0,7;