

In Tabelle 3 wird der Umgang mit den in neuen Normen und den in der Literatur verwendeten Kurzzeichen beispielhaft dargestellt.

Tabelle 3

Anwendungsbeispiel			
<b>gegeben:</b>			
$z$	=	290 kg/m <sup>3</sup>	
$f$	=	120 kg/m <sup>3</sup>	
$w$	=	192 kg/m <sup>3</sup>	
$\varphi_{zul}$	=	0,33	
$k_f$	=	0,4	
$\max \omega_{eq} = \max (w/z)_{eq}$	≤	0,60	
<b>daraus folgt:</b>			
$f$	=	120 kg/m <sup>3</sup>	
$f_b$	=	$z \varphi_{zul}$	= 96 kg/m <sup>3</sup> <i>Kontrolle:</i> $f_b \leq \max f_b = 0,33z$
$f_{eq}$	=	$k_f f_b$	= 38 kg/m <sup>3</sup>
$f_g$	=	$f - f_b$	= 24 kg/m <sup>3</sup>
<b>ergibt die Quotienten:</b>			
$\omega_z = w/z$	=	192/290	= 0,66
$\omega_b = w/(z+f_b)$	=	192/(290+96)	= 0,50
$\omega_F = w/(z+f)$	=	192/(290+120)	= 0,47
$\omega_{eq} = (w/z)_{eq}$	=	$w/(z+k_f f_b)$	= 192/(290+0,4·96)
	=	$w/(z+f_{eq})$	= 192/(290+38) = 0,58
	≤	$\max \omega_{eq}$	≤ 0,60

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

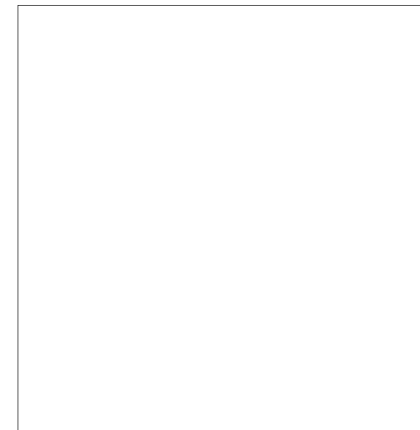
Impressum:  
Copyright by BVK, Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e. V. Düsseldorf  
Ausgabe 7/2007  
Nachdruck auch auszugsweise mit Quellenangabe gestattet.

Bestell-Nr. 052108



Bundesverband  
Kraftwerksnebenprodukte e. V.

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



## BVK- Betontechnische Merkblätter

Merkblatt

# Kurzzeichen

Bestell-Nr. 042108  
Herausgegeben vom  
Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e. V.

**Stichworte**

- **Kurzzeichen**
- **Rechenwerte**

**Hinweise zur Verwendung von Kurzzeichen in Verbindung mit der Anwendung von Flugasche nach DIN EN 450 im Beton**

In der neuen Betonnorm DIN EN 206-1/DIN 1045-2 wird die Anwendung und Anrechenbarkeit des Betonzusatzstoffs Flugasche nach DIN EN 450 geregelt. Die Wirksamkeit der Betonzusatzstoffe Typ II wird bei der Festlegung des Wasserzementwertes berücksichtigt. Durch Einführung des Begriffes „äquivalenter Wasserzementwert“ mit dem Kurzzeichen  $(w/z)_{eq}$  wird beispielsweise die Leistung der Flugasche mit der Formel  $w/(z + k_f f) = (w/z)_{eq}$  berücksichtigt. Die Norm unterscheidet beim k-Wert zwischen  $k_f$  und  $k_s$  und berücksichtigt mit diesen Kurzzeichen die Anrechenbarkeit der Betonzusatzstoffe Flugasche (f) und Silikastaub (s). Die Einführung der Kurzzeichen erleichtert die Berechnung der Betonrezeptur und präzisiert diese durch stoffliche Zuweisung.

Bereits mit Erscheinen der 1. Ausgabe der *BVK Betontechnische Empfehlungen* im Jahr 1993 wurden vom BVK ergänzende Kurzzeichen im Umgang mit der Anwendung von Flugasche eingeführt, um zum einen Stoff-/Mengen-Angaben genauer zuzuordnen und voneinander unterscheiden zu können, zum anderen, damit der in symbolisierten Ablaufdiagrammen und Planungsempfehlungen vorgeschlagene Optimierungsweg eindeutig und mathematisch korrekt darstellbar ist.

Das vorliegende Merkblatt erläutert die neuen Begriffe der Norm und die in den *BVK-Betontechnische Empfehlungen* zusätzlich verwendeten Kurzzeichen.

**„f“ für Flugasche**

Für Flugasche ist das Kurzzeichen „f“ festgelegt. Es gilt als bereits vereinbartes und einer breiten Anwenderschaft geläufiges Kurzzeichen mit dem der gesamte Flugaschegehalt im Beton bezeichnet wird. Die in den Regelwerken enthaltenen Beziehungen  $f \leq 0,33z$  (alt 0,25z) und  $w/(z + k f)$  grenzen den durch f ausgedrückten anrechenbaren Flugascheanteil und den damit zu berücksichtigenden äquivalenten Wasserzementwert für die jeweiligen Anwendungsfälle genauer ein. Zur Vermeidung von Unstimmigkeiten in den Fällen, wo für die Berechnung von Grenzwerten und/oder Stoffsummen die Menge von „f“ relevant ist, sind in Tabelle 1 Kurzzeichen differenziert aufgeführt. Die Systematik der Kurzzeichen lässt eine Aufstellung in drei Gruppen zu:

- Reale Stoffmengen
- Grenzwerte als reale Stoffmengen
- Rechenwerte als virtuelle Stoffmengen

**Tabelle 1**

Kurzzeichen	Einheit	Definition
<b>Reale Stoffmengen</b>		
f	kg/m <sup>3</sup>	Gesamter Flugaschegehalt. Die Menge Flugasche, die real im Betonentwurf verwendet wird. Der Wert von f muss die Bedingung $\leq 0,33z$ (alt 0,25z) nicht erfüllen. f wird bei der Betrachtung des Bindemittelleims, der realen Stoffmengen (Stoffraumrechnung) und bei der Betrachtung des Mehlkorngehaltes benötigt. Es gilt $f = f_b + f_g$
f <sub>b</sub>	kg/m <sup>3</sup>	anrechenbarer Flugaschegehalt der dem Kriterium $f_b \leq 0,33z$ (alt 0,25z) entspricht und zur Berechnung des wirksamen Bindemittelanteils herangezogen wird. Daher ist in der Beziehung $w/(z+k_f f_b)$ immer f <sub>b</sub> anstelle von f zu verwenden, da nur in Verbindung mit dem k-Wert und bei dessen Anwendung $f \leq 0,33z$ gilt.
f <sub>g</sub>	kg/m <sup>3</sup>	Flugaschegehalt, der über den anrechenbaren Anteil hinausgeht. „Zuschlaganteil“, darf auf $(w/z)_{eq}$ nicht angerechnet werden. Es gilt $f_g \leq f$
b	kg/m <sup>3</sup>	Bindemittelgehalt im Beton. $b = z + f_b$ .
<b>Grenzwerte als reale Stoffmengen</b>		
min f <sub>b</sub>	kg/m <sup>3</sup>	Mindestflugaschegehalt bei Reduzierung des Zementgehaltes (min z <sub>f</sub> ) in Folge der Verwendung von Flugasche.
min z	kg/m <sup>3</sup>	Mindestzementgehalt entsprechend Regelwerk (Expositionsklasse).
min z <sub>f</sub>	kg/m <sup>3</sup>	Mindestzementgehalt bei Anrechnung von Flugasche.
max f <sub>b</sub>	kg/m <sup>3</sup>	die maximal anrechenbare Flugaschemenge, die sich auf Grund des gegebenen Zementgehaltes entsprechend der Beziehung $\max f_b = 0,33z$ (alt 0,25z) ergibt.
<b>Rechenwerte als virtuelle Stoffmengen</b>		
f <sub>eq</sub>	(kg/m <sup>3</sup> )	Äquivalente Flugaschemenge, die sich mit dem Faktor k <sub>f</sub> aus f <sub>b</sub> berechnet. $f_{eq} = k_f f_b$
b <sub>eq</sub>	(kg/m <sup>3</sup> )	Äquivalente Bindemittelmenge. $b_{eq} = z + k_f f_b$

In Verbindung mit der Betonplanung werden zur vereinfachten Darstellung bestimmte Verhältniswerte mit Kurzzeichen versehen. In verschiedenen Fällen finden diese auch in der Literatur Anwendung.

Besonders bekannt ist das Symbol „ $\omega$ “ {Omega}, dass den Wasserzementwert w/z darstellt. Die Einbeziehung von Betonzusatzstoffen erweitert diese Beziehung wie oben dargestellt zum Begriff  $(w/z)_{eq}$ . Somit muss „ $\omega$ “ ebenfalls differenzierter angegeben werden. Da es sich hierbei im wesentlichen um Kurzzeichen zur Berechnungshilfe handelt, wird das für das Verhältnis f/z gebräuchliche, aber weniger bekannte Symbol „ $\phi$ “ {Phi, phonetisch: vie} mit einbezogen.

**Tabelle 2**

Hinweise zu in der Literatur gebräuchlichen Abkürzungen, Quotienten und Berechnungshilfen	
Kurzzeichen	Erläuterungen
$\omega_z$	Quotient aus Wasser und tatsächlicher Menge an Zement. $\omega_z = w/z$
$\omega_b$	Wasser/Bindemittel-Wert. $\omega_b = w/(z+f_b)$ (ggf. Hilfsgröße bei Berechnungen)
$\omega_{eq}$	äquivalenter Wasserzementwert. $\omega_{eq} = w/(z+f_{eq}) = w/(z+k_f f_b) = (w/z)_{eq}$ Quotient aus Wasser und der Summe aus tatsächlichem Zementgehalt und dem äquivalenten Flugaschegehalt.
max $\omega_{eq}$	höchstzulässiger äquivalenter Wasserzementwert entsprechend Regelwerk (Expositionsklasse). $\max \omega_{eq} = \max (w/z)_{eq}$
$\omega_F$	Wasser/Feststoff-Wert. $\omega_F = w/(z+f)$ Quotient aus Wassergehalt und den stoffraumrelevanten Mehlkormengen (ohne Mehlkorn aus der Gesteinskörnung)
$\phi$	Verhältnis von Flugasche zu Zement. $\phi = f/z$
$\phi_{zul}$	Maximal zulässiges Verhältnis von anrechenbarem Flugaschegehalt zu Zement. $\phi_{zul} = f_b/z$ Dabei gilt: $\max f_b / z = 0,33$ (alt 0,25)