

EFA-Füller®
Betonzusatzstoffe nach DIN EN 450

Anwendung nach DIN 1045-2

Mit der Veröffentlichung der neuen Normen für Beton **DIN EN 206-1, Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität** und der deutschen Anwendungsregel **DIN 1045-2, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton-Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität** im Juli 2001 und der bauaufsichtlichen Einführung durch Aufnahme in die Bauregelliste 1/2002 verliert die DAfStb-Richtlinie „Verwendung von Flugasche nach DIN EN 450 im Betonbau“ ihre Gültigkeit.

Die Verwendung von Zusatzstoffen und damit von Flugasche nach DIN EN 450 als Zusatzstoff Typ II wird in DIN 1045-2 in den Abschnitten 5.2.5 und 5.3.4 geregelt.

EFA-Füller® dürfen als Betonzusatzstoff bei der Betonzusammensetzung wie folgt angerechnet werden:

- a) auf den Zementgehalt durch Reduzierung des Mindestzementgehaltes (min z)

Es muss mindestens die Menge an EFA-Füller® (min f) zugegeben werden, um die der Mindestzementgehalt (min z) reduziert wurde.

$$(\text{Zement} + \text{EFA-Füller}^{\circledR}) \geq \text{Mindestzementgehalt}$$

- b) auf den Wassorzementwert $(w/z)_{\text{eq}}$ durch Anwendung des k-Wert-Ansatzes

Mit dem k-Wert-Ansatz werden EFA-Füller® beim Nach-

weis des maximal zulässigen Wassorzementwertes berücksichtigt, indem der Begriff „Wassorzementwert“ durch den „äquivalenten Wassorzementwert“

$$(w/z)_{\text{eq}} = w/(z + k_f f_b) \text{ ausgetauscht wird.}$$

Die Größe des Anrechenbarkeitswert k_f :

	EFA-Füller®
Alle Expositionsklassen (außer XF2 und XF4)	$k_f = 0,4$
XF2, XF4	$k_f = 0$
Unterwasserbeton	$k_f = 0,7$

Die anrechenbare Menge EFA-Füller® (f_b) beträgt

$$f_b \leq 0,33 \text{ Zement}$$

$$(\min z_f + f \geq \min z)$$

Die Anrechnung von EFA-Füller® ist bei folgenden Zementarten zulässig:

- Portlandzement (CEM I)
- Portlandsilikastaubzement (CEM II/A-D)
- Portlandhüttenzement (CEM II/A-S oder CEM II/B-S)
- Portlandschieferzement (CEM II/A-T oder CEM II/B-T)
- Portlandkalksteinzement (CEM II/A-LL)
- Hochofenzement (CEM III/A)
- Hochofenzement (CEM III/B mit bis zu 70 M.-% Hüttsand)

Grenzwerte für die Betonzusammensetzung

Expositionsklasse	Mindestzementgehalt (min z) [kg/m³]	min z_f bei Anrechnung FA [kg/m³]	max $w/(z+0,4 f_b)$	$f_b \leq 0,33 z$ ¹⁾ [kg/m³]	(min f) ²⁾ [kg/m³]
X0	–	–	–	–	–
XC 1, XC2	240	240	0,75	79	–
XC3	260	240	0,65	79	20
XC4, XF1, XA1	280	270	0,60	89	10
XS1, XD1, XM1	300	270	0,55	89	30
XS2, XD2, XA2	320	270	0,50	89	50
XS3, XD3, XA3, XM3	320	270	0,45	89	50
XF2	300/320	–	0,55/0,50	–	–
XF3	300/320	270	0,55/0,50	89	30/50
XF4	320	–	0,50	–	–
XM2	300/320	270	0,55/0,45	89	30/50

1) maximal mögliche Anrechnungsmenge bei min z_f

2) Differenzmenge zwischen min z und min z_f

Herstellung von Beton mit hohem Sulfatwiderstand mit EFA-Füller®

Expositionsklasse XA2

Sulfatgehalt des angreifenden Wassers $\text{SO}_4^{2-} < 1.500 \text{ mg/l}$

Anwendungsfall nach DIN 1045-2, Abschnitt 5.2.5.2.2

$$(w/z)_{\text{eq}} = w/(z + 0,4 f_b) \leq 0,50$$

$$f_b \leq 0,33 z$$

$$f_b/(z + f_b) > 20 \text{ M.-% bei CEM I, II/A-S, II/B-S und II/A-LL}$$

$$f_b/(z + f_b) > 10 \text{ M.-% bei CEM II/A-T, II/B-T und III/A}$$

Für die Verwendung von EFA-Füller® im Beton mit alkaliempfindlichen Gesteinskörnungen gilt die DAfStb-Richtlinie „Alkalireaktion im Beton“. Für diese Anwendung ist der Gesamtalkaligehalt von EFA-Füller® (das Na_2O -Äquivalent) auf 4 M.-% begrenzt.

Bei der Herstellung von Unterwasserbeton darf der Gehalt an Zement und EFA-Füller® ($z + f_b$) = 350 kg/m^3 nicht unterschreiten und der äquivalente Wasserzementwert bei

$$k_f = 0,7$$

$$f/b \leq 0,33 z$$

$$(w/z)_{\text{eq}} = w/(z + 0,7 f_b) \leq 0,60$$

nicht überschreiten bzw. den Anforderungen bei anderen Beanspruchungen wie Expositionsklasse XA entsprechen.

Die Verwendung von EFA-Füller® für Betone beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen regelt die DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“.

Bei flüssigkeitsdichten Betonen ohne besonderen Nachweis (FD-Betone) erfolgt die Verwendung von EFA-Füller® durch Anrechnung auf den äquivalenten Bindemittelgehalt entsprechend $(w/z)_{\text{eq}} = w/(z + 0,4 f_b)$ bei einer maximal anrechenbaren Menge EFA-Füller® von $f/z \leq 0,25$ und Einhaltung des Wasserzementwertes von $\leq 0,50$. Der Bindemittelleimgehalt ($z + f + w$) darf 290 l/m^3 Beton nicht überschreiten.

Bei der Herstellung von Beton für Bohrpfähle nach DIN 4014 bzw. DIN EN 1536, 1996/6 gilt für die Anwendung von EFA-Füller® die DAfStb-Richtlinie „Verwendung von Flugasche nach DIN EN 450 im Betonbau“.

Bei der Herstellung von Beton mit EFA-Füller® ist hinsichtlich Einhaltung des Mehlkorngehaltes auf Abschnitt 5.3.2 der DIN 1045-2 bzw. der Tabellen F 4.1 und 4.2 im Anhang F zu achten.

Für die Aussteuerung der Frisch- und Festbetoneigenschaften eines Betons darf EFA-Füller® $\pm 15 \text{ kg/m}^3$ Beton variiert werden.

Die Stoffraumrechnung für eine gezielte Betonzusammensetzung ist nach folgendem Beispiel durchzuführen:

Expositionsklasse	XF1 (XC4) Außenbauteile, Frost bei mäßiger Wassersättigung ohne Taumittel
Festigkeitsklasse	C 25/30
Zielfestigkeit	35 N/mm ²
Zement	Zement CEM I 32,5 R
Zusatzstoff	EFA-Füller®
Anrechenbarkeitswert k_f	0,4
Gesteinskörnung	Sand/Kies, Größtkorn 16 mm, Bereich 3
Körnungsziffer K	3,8
Konsistenz	F3
Wasseranspruch	186 l/m ³ (ohne Berücksichtigung einer Wassereinsparung durch Flugasche)

Äquivalenter Wasserzementwert $(w/z)_{\text{eq}}$

$$(w/z)_{\text{eq}} = \frac{w}{z + 0,4 f_b} = 0,58 \leq 0,60$$

$$b_{\text{eq}} = \text{Zement } (z) + 0,4 \cdot \text{EFA-Füller}^{\circledR} (f_b)$$

$$b_{\text{eq}} = z + 0,4 f_b \quad (1)$$

$$(w/z)_{\text{eq}} = \frac{w}{z + 0,4 f_b} = \frac{w}{b_{\text{eq}}} \quad (2)$$

$$f_b \leq 0,33 z \quad (3)$$

Äquivalenter Bindemittelgehalt (b_{eq}) aus Gl. (2):

$$b_{\text{eq}} = \frac{w}{(w/z)_{\text{eq}}} = \frac{186}{0,58} = 320 \text{ kg/m}^3$$

Zementgehalt (z) aus Gl. (1) und (3):

$$b_{\text{eq}} = z + 0,4 \cdot 0,33 z$$

$$b_{\text{eq}} = 1,132 z$$

$$z = \frac{b_{\text{eq}}}{1,132} = \frac{320}{1,132} = 283 \text{ kg/m}^3 > 270 \text{ kg/m}^3 = \min z_f$$

Anrechenbarer Anteil Flugasche (f_b) aus Gl. (3):

$$\max f_b = 0,33 z = 0,33 \cdot 283 = 94 \text{ kg/m}^3$$

Kontrolle:

$$(w/z)_{eq} = \frac{186}{283 + 0,4 \cdot 94} = 0,58 \leq 0,60$$

Es ergibt sich folgende Betonzusammensetzung:

Zement CEM I 32,5 R	283 kg/m ³	3,10 kg/dm ³	91 l/m ³
EFA-Füller®	94 kg/m ³	2,25 kg/dm ³	42 l/m ³
Wasser	186 kg/m ³	1,00 kg/m ³	186 l/m ³
Gesteinskörnung 0/16 mm	1773 kg/m ³	2,65 kg/m ³	669 l/m ³
Porenraum			12 l/m ³
	2336 kg/m ³		1000 l/m ³

Bei diesem Beispiel wurde die durch Zugabe von EFA-Füller® erzielbare Reduzierung des Wassergehaltes von bis zu 8 l/m³ bei Einhaltung der gleichen Verarbeitbarkeit nicht berücksichtigt. Zusätzlich zur anrechenbaren Menge EFA-Füller® kann selbstverständlich weiter EFA-Füller® zur Verbesserung des Mehlkorngelages < 0,125 mm zugegeben werden, um den für eine gute Verarbeitbarkeit erforderlichen Anteil zu gewährleisten.

Für die Optimierung Ihrer Betone steht Ihnen mit EFA-Füller® ein optimaler Betonzusatzstoff zur Verfügung.

EFA-Füller® genormter Baustoff für besseren Beton

BauMineral

BauMineral GmbH
Hiberniastraße 12
45699 Herten
Telefon: 0 23 66/509-0
Telefax: 0 23 66/509-256

Baustoffprüfstelle
Betonprüfstelle E + W
Telefon: 0 23 66/509-230/-236
Internet: www.baumineral.de
e-mail: baumineral@baumineral.de

