

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.

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. 052105



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](mailto:info@bvk-online.com)  
<http://www.bvk-online.com>



## **BVK- Betontechnische Merkblätter**

Merkblatt

---

# **k-Wert**

---

Bestell-Nr. 052105  
Herausgegeben vom  
Bundesverband Kraftwerksnebenprodukte e. V.

**Stichworte**

- k-Wert
- Wasserbindemittelwert
- Äquivalenter Wasserzementwert

**Allgemeines**

Zur Berücksichtigung der puzzolanischen Bindemittelleistung von Flugasche beim Betonentwurf wurde im April 1983 der „k-Wert“ eingeführt. Die Grundlagen des in Deutschland angewendeten k-Wert-Konzeptes basieren auf einem Entwurf, der von I. A. Smith /1/ entwickelt, und durch umfangreiche Untersuchungen von Wesche et al. /2/ bestätigt und auf nationale Randbedingungen abgestimmt wurde.

**Stand der Technik**

Nach DIN 1045-2 sind zur Ermittlung des höchstzulässigen Rechenwertes für den äquivalenten Wasserzementwert  $(w/z)_{eq}$  je nach Anwendungsfall Wirksamkeitsbeiwerte  $k_f$  in Höhe von 0,4 oder 0,7 vorgeschrieben. Diese  $k_f$ -Werte basieren ausschließlich auf dem Bemessungsalter von 28 Tagen, gelten einheitlich für eine große Gruppe verschiedener Zemente und berücksichtigen die Mindestanforderungen hinsichtlich der Nachbehandlung und Dauerhaftigkeit des Betons.

Wie jedoch bereits in /1/ und /2/ nachgewiesen wurde, ist der  $k_f$ -Wert je nach Bemessungsalter unterschiedlich hoch anzusetzen. Auch der jeweils verwendete w/z-Wert hat einen signifikanten Einfluß auf die Größe des  $k_f$ -Wertes. Grundsätzlich gilt hier: höheres Bemessungsalter bzw. niedrigerer w/z-Wert ergibt höheren  $k_f$ -Wert.

Ergänzende Forschungsergebnisse /3/ haben zudem eine klarere Differenzierung des  $k_f$ -Wertes hinsichtlich der mitverwendeten Zemente und der verschiedenen Nachbehandlungsbedingungen aufgezeigt. Bei Hochleistungsbetonen mit niedrigem Wasserbindemittelwert  $w/b \leq 0,35$  und gleichzeitig hohem Flugaschegehalt  $f/z \geq 0,5$  ergaben sich bei Verwendung von CEM I und CEM II k-Werte  $\geq 1,0$ . /5/

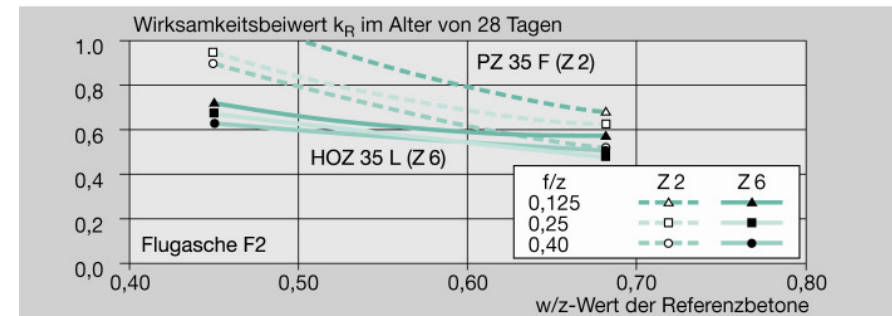
Die oben genannten Forschungsergebnisse und umfangreiche praktische Erfahrungen zeigen:

- die festigkeitsbildende Leistung von Flugasche steigt mit zunehmendem Betonalter,
- die Leistungsfähigkeit von Flugasche steigt mit sinkendem Wassergehalt und sinkendem Wasserbindemittelwert,
- die Leistungsfähigkeit von Flugasche steigt mit der Güte der Nachbehandlung.

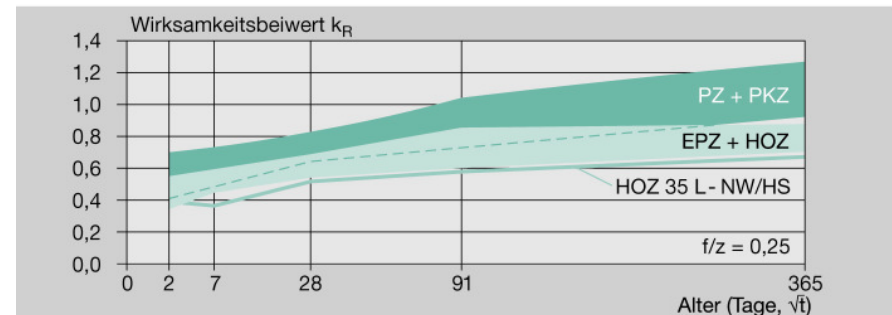
**Anwendungsempfehlungen**

Auf Grund der vorstehend genannten Erkenntnisse und unabhängig von den Festlegungen der gültigen Regelwerke, kann bei der Abschätzung der Druckfestigkeiten flugaschehaltiger Betone jeweils ein objekt- und sachbezogener Rechenwert  $k_R$  herangezogen werden, um eine realistische Aussage über die zeitabhängige Druckfestigkeit zu erzielen.

Als Planungshilfe für die Abschätzung der Druckfestigkeiten flugaschehaltiger Betone dienen die nachstehenden grafisch dargestellten Zusammenhänge. Die Bilder 1 und 2 stellen die Abhängigkeit des  $k_R$ -Wertes vom verwendeten Zement, vom w/z-Wert und vom jeweiligen Bemessungsalter dar.



**Bild 1: Wirksamkeitsbeiwert  $k_R$  abhängig von der Zementart, dem w/z-Wert und dem Flugaschegehalt. [3]**



**Bild 2: Wirksamkeitsbeiwert  $k_R$  abhängig von der Zementart und dem Betonalter. [3]**

Selbstverständlich muß bei der Festlegung des in den Regelwerken geforderten äquivalenten Wasserzementwertes  $(w/z)_{eq} = w/(z+k_f \cdot f_b)$  der regelkonforme  $k_f$ -Wert berücksichtigt werden, es sei denn, der Beton wird gesondert zugelassen.

**Quellennachweis bzw. weiterführende Literatur:**

- [1] Smith, I. A.: The Design of Fly Ash Concretes. Proceedings/(Institution of civil Engineers (London) 36 (1967), S. 769-790
- [2] Wesche, K.; Schubert, P.; Weber, J. W.: Zur Festigkeit und Dauerhaftigkeit von Beton bei Zusatz von Steinkohlenflugasche. Betonwerk+Fertigteil-Technik, 1984, Nr. 6, S. 367-374
- [3] Hårdtl, R.: Veränderung des Betongefüges durch die Wirkung von Steinkohlenflugasche und ihr Einfluß auf die Betoneigenschaften. Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, 1995, Heft 448
- [4] DIN EN 450: 1995: Flugasche für Beton – Definitionen, Anforderungen und Güteüberwachung.
- [5] Schießl, P. et al: Neue Erkenntnisse über die Leistungsfähigkeit von Beton mit Steinkohlenflugasche. Beton 51, 2001, H. 1, S. 10-17