

ALLGEMEINES

Zur Berücksichtigung der puzzolanischen Bindemittelleistung von Flugasche beim Betonentwurf wurde im April 1983 der „k-Wert“ eingeführt. Die Flugasche darf bei der Betonzusammensetzung mit dem Anrechenbarkeitswert (auch: Wirksamkeitsbeiwert) auf den Zementgehalt und den Wasserzementwert w/z angerechnet werden. Für Betone nach DIN EN 206-1 [1] und DIN 1045-2 [2] dürfen unter bestimmten Voraussetzungen neben der Flugasche auch Silikastaub und Hüttensandmehl mit einem k-Wert auf den Zementgehalt und den w/z -Wert angerechnet werden. Der Begriff „ w/z -Wert“ wird bei Verwendung des k-Wert-

Konzeptes durch den Begriff „äquivalenter w/z -Wert“ ersetzt.

Die Grundlagen des in Deutschland angewendeten k-Wert-Konzeptes basieren auf einem Entwurf, der von I. A. Smith [3] entwickelt, durch umfangreiche Untersuchungen von Wesche et al. [4] bestätigt und auf nationale Randbedingungen abgestimmt wurde. Bei der letzten Überarbeitung der EN 206 wurden diese in einem Technischen Bericht nochmals zusammengestellt [5].

WIRKSAMKEIT UND ANRECHNUNG VON FLUGASCHE

Nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 sind in Deutschland zur Ermittlung des äquivalenten w/z -Wertes $(w/z)_{eq} = w / (z + k \cdot f)$ je nach Anwendungsfall die Wirksamkeitsbeiwerte k_f in Höhe von 0,4 oder 0,7 vorgeschrieben, die unter Berücksichtigung verschiedener Zemente und Expositionsbedingungen als Vereinfachung festgelegt wurden. Diese k_f -Werte basieren auf dem Bemessungsalter für Beton von 28 Tagen, gelten für handelsübliche Zemente und berücksichtigen die Mindestanforderungen hinsichtlich der Nachbehandlung und Dauerhaftigkeit des Betons.

Wie in [1] und [2] nachgewiesen wurde, ist die tatsächliche Wirksamkeit von Flugasche abhängig von dem Betonal-

ter, der Zusammensetzung des Zementes und dem $(w/z)_{eq}$ -Wert. Aufgrund der zeitlich verzögert einsetzenden puzzolanischen Reaktion steigt die Wirksamkeit der Flugasche mit dem Betonalter, weiterhin wie bei Zement allein mit abnehmendem Wasserbindemittelwert w/b sowie mit zunehmendem Zementklinkergehalt.

Weitere Forschungsergebnisse zeigen, dass sich bei guter Nachbehandlung und $w/b \leq 0,35$ in Verbindung mit CEM I und CEM II k-Werte $\geq 1,0$ darstellen lassen [6 und 7].

ANWENDUNGSEMPFEHLUNGEN

Aufgrund der vorstehend genannten Erkenntnisse kann auch eine Betonzusammensetzung nach dem „Prinzip der gleichwertigen Betonleistungsfähigkeit“ gemäß DIN 1045-2, Abs. 5.2.5.3 [2] sinnvoll sein, um die tatsächliche Wirksamkeit von Flugasche effektiver zu nutzen zu.

Die Bilder 1 und 2 zeigen die Einflüsse des w/z -Wertes (bzw. w/b -Wertes), des der Flugasche zur Verfügung stehenden Zementklinkergehalts (ausgedrückt durch das Verhältnis Flugasche zu Zement f/z sowie die Zementart) sowie des Betonalters auf die Wirksamkeit von Flugasche.

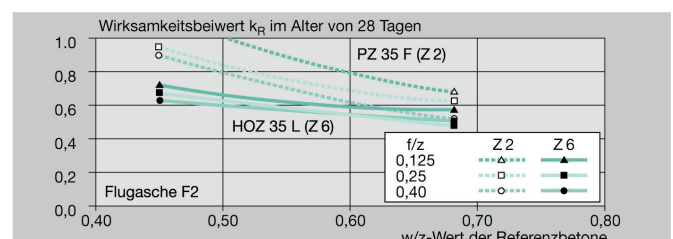


Bild 1: Wirksamkeitsbeiwert k_R abhängig von der Zementart, dem w/z -Wert und dem Flugaschegehalt. [6]
 · PZ 35 F entspricht CEM I 32,5 R
 · HOZ 35 L entspricht CEM III A 32,5 N

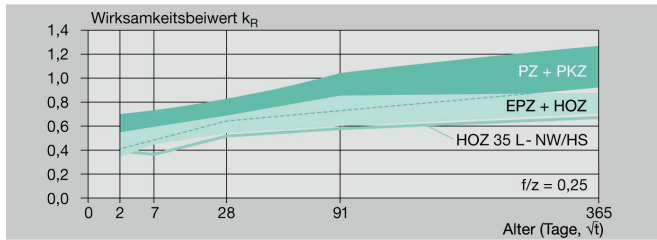


Bild 2: Wirksamkeitsbeiwert k_R abhängig von der Zementart und dem Betonalter [6]
 · PZ entspricht CEM I
 · PKZ entspricht CEM III/A-LL
 · EPZ entspricht CEM III/B-S
 · HOZ entspricht CEM III A)

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.

LITERATURHINWEISE

- [1] DIN EN 206-1: 2001-07: BetonTeil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [2] DIN 1045-2:2008-08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
- [3] Smith, I. A.: The Design of Fly Ash Concretes, Proceedings/(Institution of civil Engineers (London) 36 (1967), S. 769–790
- [4] 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
- [5] DIN CEN/TR 16639:2014-06: k-Wert-Ansatz, Prinzipien des Konzepts der gleichwertigen Betonleistungsfähigkeit und Konzept der gleichwertigen Leistungsfähigkeit von Kombinationen aus Zement und Zusatzstoff; Englische Fassung CEN/TR 16639:2014
- [6] Hårdtl, R.: Veränderung des Betongefüges durch die Wirkung von Steinkohlenflugasche und ihr Einfluß auf die Betoneigenschaften Schriftenreihe des Deutschen Ausschuß für Stahlbeton (1995), Heft 448
- [7] Schießl, P. et al: Neue Erkenntnisse über die Leistungsfähigkeit von Beton mit Steinkohlenflugasche. Beton 51 (2001), H. 1, S. 10–17



WIN
 Wirtschaftsverband
 Mineralische Nebenprodukte e.V.

Anschrift Tannenstraße 2, 40476 Düsseldorf
Telefon 0211 4578341
E-Mail service@win-ev.org
Webseite www.win-ev.org

Hinweis: Diese Informationen sind mit großer Sorgfalt und nach bestem Wissen zusammengestellt, eine Haftung kann jedoch nicht übernommen werden.