

WIN-Pressemeldung

2019-01-25

Neue WIN-Merkblätter für eine erfolgreiche BAU 2019. Flugasche für Spezialbeton in großem Umfang verfügbar.

Düsseldorf/München, 25. Januar 2019

Die BAU 2019 erreichte erneut Spitzenwerte. Über 250.000 Besucher kamen zur Weltleitmesse für Baustoffe und Architektur. Viele Besucher haben sich auf dem Informationsstand Beton nach dem aktuellen Stand der Betontechnik erkundigt.



Foto: © BetonBild/Görllich

Dabei standen u.a. Sichtbeton mit sauberen Fasen, Kanten und unterschiedlichsten Oberflächen im Fokus oder die Möglichkeiten zur Bindemitteloptimierung für eine gute Fließ- oder Pumpfähigkeit von Beton. Fragen zur Reduzierung der Hydratationswärme oder zur besseren Nacherhärtung und einer höheren Endfestigkeit wurden beantwortet.

Zur Erfüllung dieser Eigenschaften erfreut sich Flugasche nach DIN EN 450-1 trotz aller politischen Regulierungen im Kontext der Klimadebatte unverändert einer großer Nachfrage als Zusatzstoff im Beton.

WIN hat als Förderpartner des Informationszentrums Beton die über 1.000 qm Standfläche gemeinsam mit 14 Partnerunternehmen unterstützt. Gerade für diese Fachmesse wurden die WIN-Merkblätter „Unterwasserbeton“ und „k-Wert-Konzept“ überarbeitet und sind vielfach nachgefragt oder von der Website abgerufen worden.

Wirtschaftsverband Mineralische Nebenprodukte e. V.

Anschrift Tannenstraße 2, 40476 Düsseldorf · Telefon 0211 4578341 · E-Mail service@win-ev.org · Website www.win-ev.org
Vorstand Burkhard Jakobuß (Vorsitz), Andreas Hugot · Geschäftsführer Thomas Kaczmarek · Vereinsregister Düsseldorf Nr. VR 10510
Bankverbindung Postbank, IBAN DE70 4401 0046 0164 6774 61, BIC PBNKDEFF

„Immer mehr setzt sich das Wissen durch, dass Flugasche die Ökobilanz von Beton nachhaltig verbessert und hervorragende Eigenschaften im Beton entfaltet“, erklärte WIN-Geschäftsführer Thomas Kaczmarek im Gespräch mit Journalisten. „In der Vergangenheit wurde Flugasche eher als preiswerte Bindemittel-Alternative eingesetzt. Heute weiß man um seine technischen Qualitäten.“ So werde z.B. ein stärkerer Widerstand gegen Karbonatisierung oder chemischen Angriff des Betons mit einer Flugasche-Rezeptur optimal erreicht.

Gleiches gelte für einen höheren Sulfat-/Chloridwiderstand oder eine reduzierte Reißneigung bei Massenbeton. „Beton ist ein Hochleistungsbaustoff, der viele Anforderungen oder besondere Eigenschaften erfüllen kann. Dabei liefert Flugasche einen wertvollen Beitrag, der den Betonunternehmen auch hilft, wirtschaftliche Lösungen für hochwertige und dauerhafte Spezialbetone anzubieten“, so der Verbandsgeschäftsführer weiter.

Im vergangenen Jahr war die Versorgung mit Flugasche kontinuierlicher als noch in 2017. Nur selten kam es regional zu einzelnen Lieferengpässen. „Aktuell läuft die Produktion auf Hochtouren – die Läger sind gut gefüllt.“ Gerade jetzt würden die WIN-Mitgliedsunternehmen mit ihren Betonkunden geeignete Modelle für eine gute Versorgung mit dem anerkannten Betonzusatzstoff entwickeln. „Und nach dem Ausstieg aus der Kernkraft im Jahr 2022 und dem bekannten Zielkorridor zur Versorgungssicherheit mit Strom seien alle Kraftwerksnebenprodukte noch bis in die 2030er Jahre verfügbar.“

Die neuen Merkblätter „Unterwasserbeton“ und „k-Wert-Konzept“ können auf der WIN-Website kostenlos abgerufen werden: <https://www.win-ev.org/qualitaet-technik/merkblaetter/>.

MERKBLATT

UNTERWASSERBETON



STAND DER TECHNIK

Unterwasserbeton findet seine Verwendung in Bauteilen für Hafenbauwerke und Brückenpfeiler, die unter Wasser hergestellt werden müssen, sowie beim Betonieren von Betonsohlen, Fundamenten in gefluteten Baugruben, Bohrfählen und Schützswänden [1–3]. Um bei tragenden Bauteilen die Festigkeits- und Dauerhaftigkeitseigenschaften zu erreichen, sind die Anforderungen der DIN EN 206-1 [4] und DIN 1045-2 [5] zu erfüllen. Als maximaler äquivalenter Wasserzementwert ist $w/z_{eq} = 0,60$ und als Mindestzementgehalt $\geq 350 \text{ kg/m}^3$ bei einem Gd-Bereich von 32 mm festgelegt.

Da der Beton zumeist über Pumpen und Schichten durch Schläuche angebracht wird (z.B. Contractor-Verfahren) und der Frischbeton im unmittelbaren Kontakt mit dem umgebenden Wasser nicht ausgetauscht werden darf, ist ein sehr guter Zusammenhalt des Frischbetons notwendig. Hierfür werden üblicherweise Mehlkörnergehalte $> 400 \text{ kg/m}^3$ sowie ein abgestimmter Kornaufbau mit einer stetigen Stoffreihe eingesetzt, was sich gleichzeitig auch günstig auf die Konsistenz auswirkt.

Da in der Regel bei Unterwasserbeton keine gezielte Verdichtungsmaßnahme geleistet werden kann und der Beton daher weitgehend selbständig entlüften und ausmüllern muss, andererseits auch nicht „entmischen darf“, wird als Zusatzstoffe der Bereich F3 FS eingesetzt. Als weitere Anforderung kann sich je nach Einsatzort ein erhöhter Widerstand des Betons gegen chemischen Angriff (z.B. Sulfat, kohlensäure Kohlenstoff) ergeben. Werden bei unbewehrten Unterwasserbauteilen erhöhte Zuverlässigkeiten benötigt, so kann auf entsprechende Erfahrungen mit Stahlfaserbeton verwiesen werden [6].

Die hohen Nachhärtungspotential von Beton mit Flugasche wird durch das Abbinden unter Wasser, das eine optimale „Nachbehandlung“ darstellt, in vollem Maß genutzt. Gleichzeitig wird eine hohe Dichtbarkeit erreicht, wodurch ein hoher Widerstand gegen das Eindringen von Wasser und gegen chemische Angriffe resultiert.

Mit diesen günstigen Eigenschaften darf Flugasche in Unterwasserbeton mit einem k-Wert von 0,7 auf den äquivalenten Wasserzementwert angehoben werden. Hierbei muss der Mindestzementgehalt $\geq 270 \text{ kg/m}^3$ und die Summe aus Zement und Flugasche $\geq 350 \text{ kg/m}^3$ betragen.

EINSATZ VON FLUGASCHEN IM UNTERWASSERBETON

Die bekannten Vorteile der Verwendung des Betonzusatzstoffs Flugasche kommen beim Unterwasserbeton im besonderen Maß zur Geltung. Die Korngrößenverteilung und Kornform wirken sich positiv auf die Packungsdichte im Mehlkörnerbereich (Füllereffekt) sowie auf die rheologischen Eigenschaften (Kugellagereffekt) des Betons aus. Durch die Einstellung eines ausreichend hoher Mehlkörneranteils bei vermindertem Zementgehalt wird die Verarbeitbarkeit und der Zusammenhalt des Betons verbessert [7]. Insbesondere bei massigen Bauteilen wird der Vorteil der geringeren Hydratationswärme Flugaschehaltiger Betone genutzt [8 und 9].

Bei dem Einsatz von Stahlfasern ist ein insgesamt höherer Feinmehlgehalt notwendig, um die Fließ- und Verfüllungseigenschaften des Frischbetons zu gewährleisten. Nachstehende Tabelle gibt entsprechende Rezepturen für Unterwasserbetone mit Stahlfasern am Beispiel der Baumaßnahme „Protokoller Fliese“ in Berlin. Die hier angegebenen Betonmischungen bedürfen einer Zustimmung im Einzelfall.

ANWENDUNGSEMPFEHLUNGEN

Für spezielle Baumaßnahmen kann es sinnvoll sein, von einem normgemäßen Betonzusammensetzung abzuweichen. Bei sehr massigen Fundamenten ist zur Begrenzung der Zwangs- und Eigenspannungen aus der Hydratationswärmeentwicklung und den daraus resultierenden Risiken eine weitestgehende Reduzierung des Mindestzementgehaltes empfehlenswert. Dabei wird der fehlende Zementgehalt durch Flugasche kompensiert [9].

Beim Einsatz von Stahlfasern ist ein insgesamt höherer Feinmehlgehalt notwendig, um die Fließ- und Verfüllungseigenschaften des Frischbetons zu gewährleisten. Nachstehende Tabelle gibt entsprechende Rezepturen für Unterwasserbetone mit Stahlfasern am Beispiel der Baumaßnahme „Protokoller Fliese“ in Berlin. Die hier angegebenen Betonmischungen bedürfen einer Zustimmung im Einzelfall.

MERKBLATT

K-WERT-KONZEPT



ALLGEMEINES

Zur Berücksichtigung der puzzolonalen Bindemittelleistung von Flugasche beim Betonieren 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 Hüttenstaub mit einem k-Wert auf den Zementgehalt und den w/z 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 zusammengefasst [5].

WIRKSAMKEIT UND ANRECHNUNG VON FLUGASCHEN

Nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 sind in Deutschland zur Ermittlung des äquivalenten w/z -Wertes (w/z_{eq}) die w/z -Werte (w/z_{eq}) je nach Anwendungsfall die Wirksamkeitsbeiwerte k_1 in Höhe von 0,4 oder 0,7 vorgeschrieben, die unter Berücksichtigung verschiedener Zemente und Expositionsbedingungen als Vereinfachung festgelegt wurden. Diese k_1 -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 Beton-

ter, der Zusammensetzung des Zementes und dem (w/z) w/z -Wert. Aufgrund der zeitlich verzögert einsetzenden puzzolonalen Reaktion steigt die Wirksamkeit der Flugasche mit dem Bemessungsalter, weiterhin wie bei Zement allein mit abnehmendem Wasserbindemittelwert w/z sowie mit zunehmendem Zementklinkergehalt.

Weitere Forschungsergebnisse zeigen, dass sich bei guter Nachbehandlung und $w/z \leq 0,35$ 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. 3.2.5.3 [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/z -Wertes), des der Flugasche zur Verfügung stehenden Zementklinkergehalts (ausgedrückt durch das Verhältnis Flugasche zu Zement f_z sowie die Zementart) sowie des Bemessungsalters auf die Wirksamkeit von Flugasche.



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

Ansprechpartner für die Medien: Thomas Kaczmarek
 Büro: 0049.211.4578341, Mobil: 0049.172.5999666, eMail: tk@win-ev.org

Wirtschaftsverband Mineralische Nebenprodukte e.V.

Anschrift Tannenstraße 2, 40476 Düsseldorf · Telefon 0211 4578341 · E-Mail service@win-ev.org · Website www.win-ev.org
 Vorstand Burkhard Jakobuß (Vorsitz), Andreas Hugot · Geschäftsführer Thomas Kaczmarek · Vereinsregister Düsseldorf Nr. VR 10510
 Bankverbindung Postbank, IBAN DE70 4401 0046 0164 6774 61, BIC PBNKDEFF