

■ 1 Zusatzmittel

Betonzusatzmittel sind flüssige, pulverförmige oder granulartige Stoffe, die dem Beton zugesetzt werden, um durch chemische oder physikalische Wirkung oder durch beides Eigenschaften des Frisch- oder Festbetons – wie z. B. Verarbeitbarkeit, Erstarren, Erhärten oder Frostwiderstand – zu verändern. Dabei muss gelegentlich auch die unerwünschte Änderung einer anderen Betoneigenschaft in Kauf genommen werden. Voraussetzung für die erfolgreiche Verwendung von Betonzusatzmitteln ist die Berücksichtigung der anerkannten Grundsätze über die Mischungszusammensetzung sowie über die Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons.

Betonzusatzmittel werden in so geringen Mengen zugegeben (< 5 M.-% des Zementanteils), dass sie als Raumanteil des Betons ohne Bedeutung sind. Die Höchstwerte der empfohlenen Dosierung sind in Tafel 2 angegeben.

Übersteigt die Zusatzmittelmenge 3 l/m³ Frischbeton, so ist die darin enthaltene Wassermenge bei der Berechnung des w/z-Wertes zu berücksichtigen.

1.1 Wirkungsgruppen

Man unterscheidet die in Tafel 1 genannten Zusatzmittel.

Betonverflüssiger (BV)

verbessern die Verarbeitbarkeit des Frischbetons bei gleichem Wassergehalt und/oder verbessern die Festbeton-

eigenschaften durch Verminderung der Wasserzugabe (mögliche Wassereinsparung zwischen 5 und 10 l/m³ Beton). Die Wirkung beruht im Wesentlichen auf einer Dispergierung durch gleichpolar aufgeladene Feinstteiloberflächen. Daneben kann auch die Oberflächenspannung des Wassers herabgesetzt werden.

Mögliche Nebenwirkungen: Einführung von Luftporen, Festigkeitsminderung, Erstarrungsverzögerung.

Fließmittel (FM)

sind besonders stark verflüssigend wirkende Zusatzmittel, die auch nachträglich eingemischt werden dürfen. Sie werden dem Beton in größeren Mengen als Betonverflüssiger zugesetzt. Fließmittel bewirken eine erhebliche Verminderung des Wasseranspruchs und/oder eine Verbesserung der Verarbeitbarkeit. Sie werden z. B. bei der Herstellung von Fließbeton (Konsistenzklasse F4 bis F6) und selbstverdichtendem Beton, aber auch zur Einstellung der Konsistenzen F2 und F3, eingesetzt.

Mögliche Nebenwirkungen: Einführung von Luftporen, Festigkeitsminderung, Erstarrungsverzögerung.

Verzögerer (VZ)

bewirken eine Verzögerung beim Erstarren des Zementleims und damit eine längere Verarbeitbarkeit von Beton. Man verwendet sie z. B. für größere Bauteile, die ohne Arbeitsfugen betoniert werden müssen, bei heißem Wetter oder bei Transportbeton (lange Fahrzeiten). Da die Wirkung stark vom verwendeten Zement und von der Temperatur abhängt, sind erweiterte Erstprüfungen – auch bei verschiedenen Temperaturen – erforderlich. Verzögerer der

Tafel 1: Wirkungsgruppen und Kennzeichnung

Wirkungsgruppe	Kurzzeichen	Farbkennzeichnung
Betonverflüssiger	BV	gelb
Fließmittel	FM	grau
Fließmittel/Verzögerer (Kombinationsprodukt) ¹⁾	FM	grau
Luftporenbildner	LP	blau
Dichtungsmittel	DM	braun
Verzögerer	VZ	rot
Erhärtungsbeschleuniger	BE	grün
Erstarrungsbeschleuniger	BE	grün
Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton ³⁾	SBE	grün
Zusatzmittel für Einpressmörtel	EH	weiß
Stabilisierer	ST	violett
Chromatreduzierer ³⁾	CR	rosa
Recyclinghilfen ³⁾	RH	schwarz
Schaumbildner ²⁾³⁾	SB	orange
Sedimentationsreduzierer ³⁾	SR	gelb-grün

¹⁾ Multifunktionale Betonzusatzmittel Verzögerer/Betonverflüssiger und Erstarrungsbeschleuniger/Betonverflüssiger nach [10] dürfen für Beton nach EN 206-1 und DIN 1045-2 nicht verwendet werden

²⁾ nicht für Beton nach EN 206-1/DIN 1045-2

³⁾ Zulassung erforderlich

Tafel 2: Höchstwerte der empfohlenen Dosierung für Betonzusatzmittel

Anwendungsbereich	Zugabemengen je kg Zement [ml bzw. g]	
	Mindestzugabe	Höchstzugabe ²⁾
Beton, Stahlbeton, Spannbeton		50 ³⁾
Beton mit alkaliempfindlicher Gesteinskörnung	2 ¹⁾	20 ⁴⁾ oder 50 ⁴⁾
Hochfester Beton		70 ⁵⁾⁶⁾

¹⁾ < 2 möglich, wenn in einem Teil des Zugabewassers aufgelöst

²⁾ Maßgebend sind auch die Angaben des Herstellers/Zulassungsbescheides

³⁾ Bei Verwendung mehrerer Zusatzmittel unterschiedlicher Wirkungsgruppen: Gesamtmenge ohne besonderen Nachweis ≤ 60 bezogen auf den Zementgehalt zulässig. Bei Zementen nach DIN 1164-11 oder DIN 1164-12 begrenzt auf ≤ 50

⁴⁾ Abhängig vom Alkaligehalt des Zusatzmittels [15]. Na₂O-Äquivalent des Zusatzmittels ≤ 0,02 M.-% bezogen auf den Zementgehalt [13]; siehe auch [15]

⁵⁾ Bei einer Zugabemenge > 5 M.-% bezogen auf den Zementgehalt: Zulassung erforderlich

⁶⁾ Bei Verwendung mehrerer Zusatzmittel unterschiedlicher Wirkungsgruppen: Gesamtmenge ≤ 80 zulässig. Bei Zementen nach DIN 1164-11 oder DIN 1164-12 begrenzt auf ≤ 70

Wirkstoffgruppen Saccharose und Hydroxycarbonsäure dürfen in einigen Bereichen nicht eingesetzt werden.

Verarbeitbarkeit, Wasserundurchlässigkeit, Nacherhärtung und Endfestigkeit des Betons können positiv beeinflusst werden.

Mögliche Nebenwirkungen: „Umschlagen“ (d. h. eine Umkehrung der Wirkung bei überhöhter Dosierung), stärkere Ausblühungen, Farbunterschiede bei glattem Sichtbeton, ggf. erhöhtes Schwinden.

Beschleuniger (BE, SBE)

bewirken eine Beschleunigung des Erstarrens bzw. Erhärtens und damit aber auch eine schnellere Wärmeentwicklung. Man unterscheidet Erstarrungsbeschleuniger (BE), Erhärtungsbeschleuniger (BE) und Spritzbetonbeschleuniger (SBE).

Erstarrungsbeschleuniger verringern die Zeit bis zum Erstarrungsbeginn (Übergang der Mischung vom plastischen in den festen Zustand).

Erhärtungsbeschleuniger beschleunigen die Anfangsfestigkeit mit oder ohne Einfluss auf die Erstarrungszeit. Sie werden z. B. bei Betonwaren eingesetzt.

Spritzbetonbeschleuniger beschleunigen das Erstarren unterhalb der in DIN EN 934-2 festgelegten Grenzwerte für herkömmliche Erstarrungsbeschleuniger und werden vor allem für Spritzbeton eingesetzt.

Zu den Erstarrungs- bzw. Erhärtungsbeschleunigern gehören auch die so genannten Frostschutzmittel. Auf der Baustelle sind die „klassischen“ Winterbaumaßnahmen (z. B. Verwendung eines Zements höherer Festigkeitsklasse, Erwärmen des Betons und Abschirmen gegen Kälte nach dem Einbau) meist jedoch zusätzlich notwendig.

Mögliche Nebenwirkungen: Minderung der Betonfestigkeit, geringere Nacherhärtung, geringere Wasserundurchlässigkeit, „Umschlagen“ (d. h. eine Umkehrung der Wirkung bei Fehldosierung).

Luftporenbildner (LP)

erzeugen kleine kugelförmige Luftporen im Beton. Diese Kugelporen bleiben mit Luft gefüllt und vermindern den Eisdruck, der im Winter durch das Gefrieren des in den Kapillarporen des Festbetons befindlichen Wassers entsteht (Eis nimmt etwa 9 % mehr Raum ein als Wasser). Die Luftporen erhöhen also den Widerstand des Betons gegen Frost- und Tausalzangriffe.

Sie können die Verarbeitbarkeit des Frischbetons verbessern sowie den Mehlkorngesamtgehalt und den Wasseranspruch vermindern, da sie gewissermaßen wie kleine Kugellager wirken. Faustregel: 1 % zusätzlich eingeführte Luftporen ermöglichen eine Wassereinsparung von etwa 5 l/m³ Frischbeton und erzielen im Hinblick auf die Verarbeitbarkeit die gleiche Wirkung wie etwa 10 bis 15 kg Mehlkorn.

Da der Luftporeneintrag stark von der Betonzusammensetzung, der Herstellung und der Temperatur beeinflusst wird, ist ein erhöhter Überwachungs- und Prüfaufwand am Luftporenbeton erforderlich.

Mögliche Nebenwirkungen: Minderung der Betonfestigkeit.

Zusatzmittel für Einpressmörtel (EH)

wirken bei Spannbeton dem Absetzen des Zementmörtels im Spannkabel entgegen und bringen ein mäßiges Quellen. Außerdem wird der Wasseranspruch des Mörtels verringert und das Fließen beim Einpressen verbessert.

Mögliche Nebenwirkungen: Erstarrungsverzögerung, Minderung der Mörtelfestigkeit.

Dichtungsmittel (DM)

vermindern bei sachgemäß hergestelltem Beton die kapillare Wasseraufnahme. Die Betonzusammensetzung und -verarbeitung sowie die Nachbehandlung haben jedoch einen größeren Einfluss auf die Wasserundurchlässigkeit von Beton als ein Dichtungsmittel. Betone mit hohem Wassereindringwiderstand, FD-, FDE-Betone usw. sind auch ohne Dichtungsmittel sicher herstellbar.

Mögliche Nebenwirkungen: Minderung der Betonfestigkeit, Einführung von Luftporen, Nachlassen der Wirkung nach längerer Zeit.

Stabilisierer (ST)

können das Zusammenhaltevermögen des Frischbetons erhöhen, seine Verarbeitbarkeit verbessern und das Wasserabsondern (Bluten) vermindern. Der Frischbeton wird gleitfähiger und besser verarbeitbar. Stabilisierer erleichtern die Herstellung von Pumpbeton und erhöhen die Qualität von Spritzbeton (weniger Rückprall), Unterwasserbeton und Sichtbetonflächen, insbesondere bei Leichtbeton. Bei der Herstellung von selbstverdichtendem Beton können sie eine evtl. vorhandene Entmischungsneigung verringern.

Mögliche Nebenwirkungen: Bei Überdosierung Einführung von Luftporen, Kleben des Feinmörtels und dadurch schlechtere Verarbeitbarkeit.

Chromatreduzierer (CR)

dienen der Reduktion von aus dem Zement stammendem löslichem Chrom(VI) zu Chrom(III). Sie werden bei Betonen und Mörteln eingesetzt, die in Bereichen mit Hautkontakt verarbeitet werden und nicht mit chromatarmem Zement [26] hergestellt wurden, um Hautallergien usw. zu reduzieren [25].

Recyclinghilfen für Waschwasser (RH)

sollen eine Wiederverwendung von Waschwasser, das beim Reinigen von Mischfahrzeugen anfällt, ermöglichen, indem sie die Hydratation des Zements blockieren.

Schaumbildner (SB)

dienen der Herstellung eines Schaumbetons bzw. Betons mit porosiertem Zementleim durch Einführung eines hohen Gehaltes an Luftporen.

Sedimentationsreduzierer (SR)

reduzieren das Sedimentieren von Betonbestandteilen im Frischbeton, z. B. bei selbstverdichtendem Beton.

1.2 Eignung für Beton

Für Beton, Stahlbeton und Spannbeton nach DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 dürfen nur genormte Zusatzmittel nach [10], [12] und [13] oder solche mit gültiger allgemeiner bauaufsichtlicher oder europäischer technischer Zulassung verwendet werden. Damit ist u. a. gewährleistet, dass das Mittel die geforderten Eigenschaften aufweist, keine negativen Auswirkungen auf das Korrosionsverhalten von in Beton eingebettetem Stahl bzw. Spanngliedern hat und bei manchen Zusatzmitteln beispielsweise keinen nachteiligen Einfluss auf die Raumbeständigkeit und auf das Erstarren ausübt. Es wird aber auch ein Hinweis auf die allgemeine betontechnologische Brauchbarkeit gegeben. Rückschlüsse auf die Eignung im Einzelfall können hieraus jedoch nicht hergeleitet werden.

Manche Zusatzmittel können mehreren Wirkungsgruppen zugeordnet werden und beispielsweise sowohl als BV als auch als FM eingesetzt werden. Von den multifunktionalen Zusatzmitteln dürfen in Deutschland nur Produkte der Wirkungsgruppen Fließmittel/Verzögerer verwendet werden.

Zusatzmittel für Beton müssen die Anforderungen der DIN EN 934 [10] erfüllen. Solche Zusatzmittel werden mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet. Gleichzeitig sind auch die Anforderungen der DIN V 18998 [12] einzuhalten, was eine Kennzeichnung mit dem Ü-Zeichen bewirkt. Genormte Zusatzmittel für Beton tragen damit sowohl das CE- als auch das Ü-Zeichen. Zusatzmittel, die nicht diesen Normen entsprechen, bedürfen der Zulassung. Solche Zulassungen werden vom Deutschen Institut für Bautechnik in Berlin erteilt. Bei der Anwendung von Zusatzmitteln sind außerdem [13] und [14] zu beachten.

Granulatartige Zusatzmittel bedürfen immer der Zulassung.

Bei der Verwendung mehrerer Zusatzmittel muss deren Verträglichkeit in der Erstprüfung am Beton nachgewiesen werden.

1.3 Erstprüfungen am Beton

Die Wirkung der Zusatzmittel ist u.a. abhängig von Zusatzmenge, Zementart, Zementgehalt, Mehlkorngelalt, Wassergehalt sowie Verarbeitung und Temperatur der Mischung. Sie kann auch durch ein weiteres Zusatzmittel beeinflusst werden. Deshalb muss bei Verwendung einer neuen Betonzusammensetzung eine Erstprüfung durchgeführt werden, um einen Mischungsentwurf zu erhalten, der die festgelegten Eigenschaften oder die vorgesehene Leistung mit einem ausreichenden Vorhaltemaß erreicht.

Für folgende Betone ist eine Erstprüfung jedoch nicht erforderlich:

- Betone, bei denen für einen ähnlichen Beton oder eine ähnliche Betonfamilie Langzeiterfahrungen vorhanden sind.
- Betone, die durch Interpolation bekannter Betonzusammensetzungen gewonnen wurden.
- Betone innerhalb der durch Erstprüfungen abgedeckten oberen und unteren Grenzwerte der Variationsbereiche der Betonzusammensetzung.
- Bei Beton mit Betonverflüssiger oder Fließmittel dürfen die Ergebnisse der Erstprüfung ohne Zusatzmittel angerechnet werden,
 - falls mit dem gleichen Zusatzmittel bereits ein positives Ergebnis mit einem anderen Beton unter Verwendung desselben Zementes vorliegt,
 - wenn die Eigenschaften der Ausgangsstoffe (z. B. Kornzusammensetzung der Gesteinskörnung) bekannt sind,
 - wenn der Bereich üblicher Schwankungsbreiten nicht verlassen wird.

Der Betonentwurf und die Entwurfszusammenhänge müssen erneut nachgewiesen werden, wenn sich die Ausgangsstoffe wesentlich ändern. Ebenfalls müssen Betonzusammensetzungen unter Berücksichtigung der Änderung von Eigenschaften der Betonausgangsstoffe und der Ergebnisse der Bewertung der Übereinstimmung für die Betonzusammensetzung regelmäßig erneut überprüft werden, um sicherzugehen, dass alle Betonentwürfe noch den geltenden Anforderungen entsprechen. Für hochfesten Beton dürfen nur die gleichen Ausgangsstoffe verwendet werden, mit denen die Erstprüfung durchgeführt wurde (Art, Hersteller, Ort der Gewinnung).

Die auf der Verpackung der Zusatzmittel empfohlene sowie die größte zulässige Zugabemenge und die Gebrauchsanweisung des Herstellers sind auf jeden Fall zu beachten.

1.4 Regeln für die Anwendung

Betonzusatzmittel tragen in vielen Fällen zur Verbesserung der Frisch- und Festbetoneigenschaften bei; sie setzen jedoch einen sachgemäß hergestellten Beton voraus. Man kann durch ein Zusatzmittel niemals einen „schlechten“ Beton in einen „guten“ Beton verwandeln. Die Verbesserung einer Betoneigenschaft kann die Verschlechterung einer anderen zur Folge haben. Für einige Betone sind Zusatzmittel praktisch unentbehrlich bzw. vorgeschrieben (FM, VZ, LP, EH, SB), für andere sind sie nützlich (BV, ST), teilweise aber auch umstritten (DM).

Bei der Verwendung von Zusatzmitteln ist ggf. eine rechtzeitige Erstprüfung notwendig (siehe Abschnitt 1.3).

Der Hersteller von Zusatzmitteln kennzeichnet die Gebinde bzw. die Begleitzettel bei loser Lieferung mit den in den Zusatzmittelnormen oder in der Zulassung genannten Angaben. Diese beinhalten u.a. Kennzeichnung und Name der Wirkungsgruppe bzw. des Zusatzmitteltyps, Chargennummer, Herstellwerk sowie das CE- und das Ü-Zeichen als Nachweis der Übereinstimmung mit den Normen bzw. der Zulassung. Diese Angaben sind zu kontrollieren.

Zusatzmittel sind am Verwendungsort ggf. noch einmal zu homogenisieren. Sie müssen während des Hauptmischganges zugegeben werden. Fließmittel dürfen abweichend davon auch nach dem Hauptmischgang, z. B. auf der Baustelle, zugegeben werden. In diesem Fall muss der Beton nochmals gemischt werden, bis sich das Zusatzmittel vollständig und gleichmäßig in der Mischung verteilt hat und voll wirksam ist. In einem Fahrmischer darf die Mischdauer nach Zugabe eines Zusatzmittels nicht weniger als 1 min/m³ und nicht kürzer als 5 min sein.

Wenn die Verarbeitbarkeitszeit um mehr als 3 Stunden verlängert wird, ist [16] zu beachten.

Zusatzmittel müssen von einer zuverlässigen Person zugegeben werden, da Fehldosierungen Schäden anrichten können (eine automatisierte Dosierung kann sinnvoll sein). Die Abmessvorrichtung ist von Zeit zu Zeit zu überprüfen. Pulverförmige Zusatzmittel dürfen nicht im Fahrmischer zugegeben werden.

Lieferfirmen mit einem guten technischen Beratungsdienst sollte der Vorzug gegeben werden. Bei Transportbeton müssen – mit Ausnahme der Fließmittel und evtl. der Verzögerer – alle Zusatzmittel im Werk zugegeben werden.

Zusatzmittel können die Eigenschaften eines Betons (z. B. Saugfähigkeit, Oberflächenhaftung) eventuell so beeinflussen, dass nachfolgende Gewerke (z. B. Fliesen- oder Putzarbeiten) nur noch mit Schwierigkeiten ausgeführt werden können, zusätzliche Arbeitsgänge notwendig werden oder mit besonderen baulichen Produkten gearbeitet werden muss.

■ 2 Zusatzstoffe

Betonzusatzstoffe sind fein verteilte Stoffe, die bestimmte Eigenschaften des Betons beeinflussen. Dies sind vorrangig die Verarbeitbarkeit des Frisch- und die Festigkeit und Dichtigkeit des Festbetons. Im Gegensatz zu Betonzusatzmitteln ist die Zugabemenge im Allgemeinen so groß, dass sie bei der Stoffraumrechnung zu berücksichtigen ist.

Tafel 3: Zusatzstoffe und Kennwerte

Zusatzstoffart	Regel	Typ	Spezifische Oberfläche nach Blaine [cm ² /g]	Dichte [kg/m ³]	Schüttdichte [kg/dm ³]
Quarzmehl	DIN 12620	I	≥ 1 000	ca. 2,65	1,3 ... 1,5
Kalksteinmehl	DIN 12620		≥ 3 500	2,6 ... 2,7	1,0 ... 1,3
Pigmente	DIN EN 12878		50 000 ... 200 000	4 ... 5	–
Flugasche	DIN EN 450	II	2 000 ... 8 000	2,2 ... 2,4	0,9 ... 1,1
Trass	DIN 51043		≥ 5 000	2,4 ... 2,6	0,7 ... 1,0
Silikastaub ¹⁾	Zulassung		180 000 ... 220 000	ca. 2,2	0,3 ... 0,6
Silikasuspension ¹⁾	Zulassung		–	ca. 1,4	–

¹⁾ Bei Verwendung von Zementen, die Silikastaub als Hauptbestandteil enthalten, darf Silikastaub (Silikasuspension) nicht als Zusatzstoff eingesetzt werden.

Zusatzstoffe dürfen das Erhärten des Zementes sowie die Festigkeit und Dauerhaftigkeit des Betons nicht beeinträchtigen und den Korrosionsschutz der Bewehrung nicht gefährden. Deshalb dürfen nur Betonzusatzstoffe verwendet werden, die entweder einer in Tafel 3 genannten Norm entsprechen oder eine allgemeine bauaufsichtliche oder europäische technische Zulassung besitzen.

2.1 Zusatzstoffgruppen und -arten

Zusatzstoffe lassen sich in verschiedene Gruppen einteilen. Es kann jedoch bei der Wirkungsweise Überschneidungen geben. Unterschieden werden:

- inaktive Zusatzstoffe
- puzzolanische Zusatzstoffe
- latent hydraulische Stoffe
- faserartige Zusatzstoffe
- organische Zusatzstoffe

DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 teilt diese Gruppen in zwei Arten von Zusatzstoffen ein.

Typ I: nahezu inaktive Zusatzstoffe

Typ II: puzzolanische oder latent hydraulische Zusatzstoffe

Zusatzstoffe vom Typ II dürfen, sofern die Eignung nachgewiesen ist, auf den Zementgehalt und den Wasserzementwert angerechnet werden.

Inaktive Zusatzstoffe, wie Quarz- und Kalksteinmehl oder Pigmente, reagieren nicht mit Zement und Wasser und greifen somit nicht in die Hydratation ein. Sie dienen aufgrund ihrer Korngröße, -zusammensetzung und -form der Verbesserung des Kornaufbaus im Mehlkornbereich. Sie werden zugesetzt, um beispielsweise bei Betonen mit feinteilarmen Sanden einen für die Verarbeitbarkeit und ein geschlosseneres Gefüge ausreichenden Mehlkorngehalt zu erzielen.

Puzzolanische Zusatzstoffe lassen sich in natürliche Puzzolane, wie Trass und künstliche Puzzolane, wie Flugasche oder Silikastaub, einteilen. Sie reagieren mit dem bei der Hydratation des Zementsteins entstehenden Calciumhydroxid und bilden dabei zementsteinähnliche Erhärtungsprodukte. Solche Stoffe tragen zur Erhärtung bei und dienen aufgrund ihrer Korngröße, -zusammensetzung und -form der Verbesserung des Kornaufbaus im Mehlkornbereich.

Latent hydraulische Stoffe wie z. B. Hüttensand benötigen einen Anreger (Calciumhydroxid oder Calciumsulfat), um dann selbst hydraulisch zu erhärten.

Faserartige Stoffe kommen insbesondere als Stahlfasern, aber auch als Glasfasern oder Kunststofffasern zum Einsatz. Sie können die Frisch- und Festbetoneigenschaften (Festigkeit, Dichtigkeit, Arbeitsvermögen) verbessern.

Organische Zusatzstoffe (Kunstharzdispersionen) reagieren nicht mit den Zementbestandteilen, sondern entwickeln selbst eine Haftkraft. Sie werden hauptsächlich für Reparaturmörtel/-betone eingesetzt und sollen die Verarbeitbarkeit, Haftung, Zugfestigkeit und Dichtigkeit verbessern.

2.2 Genormte, mineralische Betonzusatzstoffe

Gesteinsmehl

Feingemahlene, natürliche Gesteinsmehle, aus den üblicherweise auch als Gesteinskörnung verwendeten Gesteinen, wie Quarz- oder Kalksteinmehl, zählen zu den nahezu inaktiven Stoffen.

Pigmente

Pigmente werden zum Einfärben des Betons verwendet. Sie dürfen nur eingesetzt werden, wenn der Nachweis einer ordnungsgemäßen Überwachung der Herstellung und Verarbeitung des Betons erbracht ist. Pigmente sind i. d. R. nahezu inaktiv.

Trass

Trass ist ein fein gemahlener Tuffstein mit puzzolanischen Eigenschaften. Er wird vornehmlich im Wasserbau und bei Massenbeton eingesetzt.

Flugasche

Flugasche ist ein feinkörniger, hauptsächlich aus kugelförmigen, glasigen Partikeln bestehender Staub, der bei der Verbrennung fein gemahlener Kohle anfällt, puzzolanische Eigenschaften hat und im Wesentlichen aus SiO₂ und Al₂O₃ besteht. Der Gehalt an wirksamem SiO₂ beträgt mindestens 25 %. Flugasche wird durch elektrostatische oder mechanische Abscheidung staubartiger Partikel aus Rauchgasen von Feuerungsanlagen gewonnen, die mit fein gemahlener Kohle befeuert werden. Ihre Eigenschaften hängen von der Art und der Herkunft der Kohle und den Verbrennungsbedingungen ab. Bei der Erhärtung ist einerseits ein puzzolanischer Beitrag festzustellen, während andererseits vornehmlich der „Füllereffekt“ die positiven Eigenschaften bewirkt. Die Anwendung kann dort zweckmäßig sein, wo neben höherem Mehlkorngehalt im Beton der Wasseranspruch verringert, die Verarbeitbarkeit verbessert, die Entmischung verringert, die Wärmeentwicklung herabgesetzt, die Wasserundurchlässigkeit erhöht und der Sulfatwiderstand ggf. verbessert werden soll. Bei der Verwendung für Sichtbeton können besondere Anforderungen an die Flugasche sinnvoll sein.

2.3 Mineralische Betonzusatzstoffe mit bauaufsichtlicher Zulassung

- Silikastaub
- getempertes Gesteinsmehl

Silikastaub (SF)

Silikastaub (SF, vom englischen Silica Fume) ist ein extrem feinkörniger, mineralischer Zusatzstoff, der beim Herstellen von Silizium und Siliziumprodukten entsteht und pulverförmig oder in wässriger Suspension geliefert wird. Er besitzt ausgeprägte puzzolanische Eigenschaften. Der hohe Wasseranspruch macht die Verwendung eines Verflüssigers oder Fließmittels unumgänglich. Mit Silikastaub können sehr hohe Betondruckfestigkeiten von über 100 N/mm² und eine Verbesserung der Dichtigkeit erzielt werden. Ebenso führt der Einsatz von Silikastaub beispielsweise zu einer Verbesserung des Widerstandes gegen chemischen Angriff oder gegen das Eindringen von Chloriden.

Die Verwendung von Silikastaub erfordert eine zuverlässige Qualitätssicherung und besondere Maßnahmen bei der Nachbehandlung. Bei der Verwendung von Silikasuspension für hochfesten Beton ist deren Wasseranteil dem Wassergehalt des Betons zuzurechnen.

Getempertes Gesteinsmehl (GG)

Getempertes Gesteinsmehl ist ein feinkörniger, mineralischer Zusatzstoff mit puzzolanischen Eigenschaften, der durch Tempern (thermische Aktivierung) von natürlichem Gestein mit anschließender Mahlung entsteht. Die Anwendungsmöglichkeiten sind ähnlich denen des Gesteinsmehls. Weitere Einzelheiten sind in [20] enthalten.

Da Betonzusatzstoffe auch ungünstige Nebenwirkungen haben können, sind bei solchen Stoffen, die nicht mineralischen Ursprungs sind oder bei solchen, die in den Erhärtungsvorgang eingreifen (Puzzolane), stets Erstprüfungen durchzuführen. Sinngemäß gilt hier auch Abschnitt 1.3.

■ 3 Prüfungen bei Verwendung von Betonzusätzen

Bei der Verwendung von Betonzusätzen sind die in Tafel 4 aufgeführten Prüfungen durchzuführen.

Tafel 4: Prüfungen bei der Verwendung von Betonzusätzen

Gegenstand der Prüfung	Prüfungen ¹⁾	Häufigkeit ¹⁾
Betonzusatzmittel, Betonzusatzstoffe	Lieferschein, Begleitzettel, Verpackungsaufdruck (Bezeichnungen, ggf. Zulassung, Übereinstimmungsnachweis)	Jede Lieferung
Beton	Erstprüfung oder gleichwertig (siehe Abschnitt 1.3 und 2.3)	

¹⁾ Im Zweifelsfall, bei Suspensionen und bei hochfestem Beton sind zusätzliche Prüfungen erforderlich

■ Vorschriften

- [1] DIN EN 206-1 Beton, Teil 1: Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [2] DIN 1045-2 Deutsche Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1, Beton, Teil 1: Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [3] DIN 1045-3 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 3: Bauausführung
- [4] DIN 1045-4 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und Überwachung von Fertigteilen
- [5] DIN 12620 Gesteinskörnungen für Beton
- [6] DIN 51043 Trass
- [7] DIN EN 12878 Pigmente
- [8] DIN EN 450 Flugasche für Beton
- [9] DIN 18990 Flugasche für Beton – Übereinstimmungsnachweis
- [10] DIN EN 934 Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel
- [11] DIN EN 480 Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren
- [12] DIN V 18998 Beurteilung des Korrosionsverhaltens von Zusatzmitteln nach Normen der Reihe DIN EN 934
- [13] DIN V 20000-100 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken, Teil 100: Betonzusatzmittel nach DIN EN 934-2:2002-02
- [14] DIN V 20000-101 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken, Teil 101: Zusatzmittel für Einpressmörtel für Spannglieder nach DIN EN 934-4:2002-02
- [15] DAfStb-Richtlinie Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton
- [16] DAfStb-Richtlinie für Beton mit verlängerter Verarbeitbarkeitszeit
- [17] DAfStb-Richtlinie Verwendung von Flugasche nach DIN EN 450 im Betonbau
- [18] Grundsätze für die Erteilung von Zulassungen für Betonzusatzmittel (Zulassungsgrundsätze), DIBt
- [19] Grundsätze für die Überwachung von Betonzusatzmitteln (Überwachungsgrundsätze), DIBt
- [20] Grundsätze für die Erteilung von Zulassungen für anorganische Betonzusatzstoffe (Zulassungsgrundsätze), DIBt Grundsätze für die Überwachung von anorganischen Betonzusatzstoffen (Überwachungsgrundsätze), DIBt
- [21] Sachstandsbericht Betonzusatzmittel und Umwelt, Deutsche Bauchemie
- [22] Informationsschrift Herstellen von Luftporenbeton, Deutsche Bauchemie
- [23] Informationsschrift Herstellung und Anwendung von Betonzusatzmitteln nach europäischer Norm EN 934 in Deutschland, Deutsche Bauchemie
- [24] Ersatzstoffe, Ersatzverfahren und Verwendungsbeschränkungen für chromathaltige Zemente und chromathaltige Zubereitungen, Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung
- [25] Zementmerkblatt B1, Herausgeber: Verein Deutscher Zementwerke e.V., Verlag Bau+Technik GmbH (VBT), Düsseldorf

Beratung und Information zu allen Fragen der Betonanwendung

Regionale Ansprechpartner

www.beton.org

BetonMarketing Nord GmbH

Hannoversche Straße 21, 31319 Sehnde-Höver, Tel.: 05132 8796-0, Fax: 05132 8796-15, hannover@betonmarketing.de

BetonMarketing Ost GmbH

Teltower Damm 155, 14167 Berlin-Zehlendorf, Tel.: 030 3087778-0, Fax: 030 3087778-8, mailbox@bmo-berlin.de

BetonMarketing Süd GmbH

Gerhard-Koch-Straße 2+4, 73760 Ostfildern, Tel.: 0711 32732-200, Fax: 0711 32732-202, info@betonmarketing.de

BetonMarketing West GmbH

Annastraße 3, 59269 Beckum, Tel.: 02521 8730-0, Fax: 02521 8730-29, west@betonmarketing.de

Herausgeber:

www.vdz-online.de

Verein Deutscher Zementwerke e.V., Tannenstraße 2, 40476 Düsseldorf

Verfasser:

Dipl.-Ing. Rolf Kampen