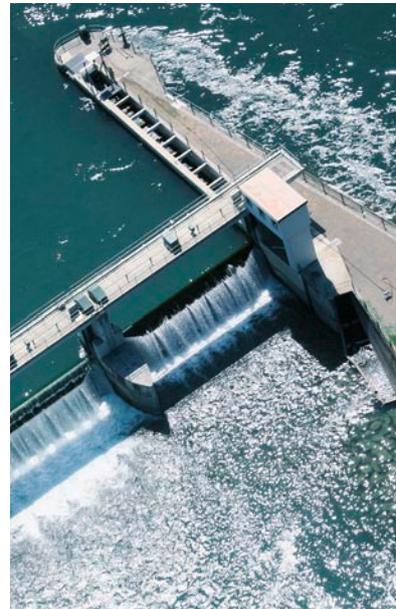


Beton- zusatzmittel und unsere Umwelt:



KLARE FRAGEN, KLARE ANTWORTEN.



Beton und Betonzusatzmittel.



Die vorliegende Broschüre hat das Ziel, am Beispiel der mengenmässig wichtigsten Betonzusatzmittel, den aktuellen Wissensstand über ihre Umweltrelevanz zu dokumentieren und zu bewerten.

Beton hat sich in den letzten Jahrzehnten zum wichtigsten Baustoff überhaupt entwickelt. Beton ermöglicht wirtschaftliche, dauerhafte und umweltfreundliche Bauwerke.

Beton lässt sich gut recyceln und seine Ökobilanz ist positiv.

Bei einem Grossteil aller in der Schweiz verarbeiteten Betone werden Zusatzmittel verwendet. Sie beeinflussen die Frisch- und Festbetoneigenschaften. Daraus ergeben sich wesentliche technische, wirtschaftliche und ökologische Vorteile – Vorteile, ohne die architektonisch anspruchsvolles und ressourcenschonendes Bauen heute nicht mehr denkbar ist.

Schon früher wurden «Zusatzmittel» in Form von Eiweiss, tierischem Blut oder Kasein beigemischt, um die Eigenschaften des «Betons» zu beeinflussen. Die heutigen Betonzusatzmittel sind gezielt zusammengesetzt und entfalten ihre kontrollierte Wirkungsweise bei sehr geringer Dosierung.



Qualitätsbeton entsteht aus dem Zusammenspiel von richtiger Rezeptur, einwandfreier Verarbeitung und sofort ausgeführter Nachbehandlung.

Beton, ein Baustoff,

hergestellt durch Mischen von Gesteinskörnern, Wasser und Zement. Um die Betoneigenschaften zu steuern bzw. zu verbessern, werden Zusatzmittel und Zusatzstoffe beigegeben.

Beton muss bis zum Einbringen die gewünschte Frischbetonqualität (Konsistenz) aufweisen. Der Festbeton muss die gemäss SN EN 206-1 geforderten Eigenschaften erreichen.

Ein m³ verdichteter Frischbeton mit einem maximalen Korndurchmesser von 32 mm enthält:

- ca. 2000 kg (75–85%) Kies und Sand,
- 300–350 kg (10–15%) Zement,
- 140–170 l (5–10%) Wasser.

Die Gesteinskörnungen machen den mengenmässig grössten Anteil aus. Als Füllstoffe bilden sie das Gerüst und sind mitverantwortlich für die Qualität und Verarbeitbarkeit des Materials. Der alles zusammenhaltende Zementstein entsteht durch die Zugabe von Zement und Wasser. Die erforderliche Menge wird bestimmt durch die Oberflächenbeschaffenheit der Gesteinskörnung, die benötigten Festigkeiten, die Qualität und Verarbeitungseigenschaften des Betons.

Hier beginnt die Betonqualität.

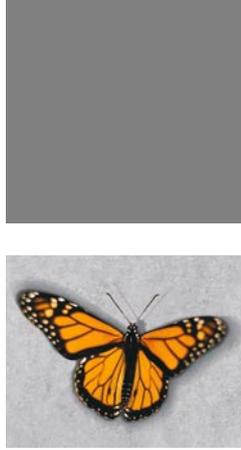
Weniger Wasser bedeutet geringere Kapillarporosität und dadurch reduzierte Eindringmöglichkeiten für Schadstoffe.

Gute und einfache Verarbeitbarkeit und hohe Betonqualität sind somit zwei gegensätzliche Anforderungen.

Betonzusatzmittel – Betonverflüssiger (BV) und Fließmittel (FM) – überbrücken diese beiden Gegensätze.

Bei geringer Zugabemenge bewirken sie einerseits eine hohe Dichtigkeit und sorgen andererseits für eine einfache und wirtschaftliche Verarbeitbarkeit.

Berechtigung für den Einsatz von Betonzusatzmitteln.



Zusatzmittel verbessern die Wirtschaftlichkeit und Dauerhaftigkeit von Beton.

Betonzusatzmittel sind flüssige oder pulverförmige Additive, die der Betonmischung in kleinen Mengen zugefügt werden, um den Beton gezielt zu vergüten.

Die Verbesserung der Dauerhaftigkeit

steht oft an erster Stelle.

Betonverflüssiger oder Fliessmittel reduzieren die Menge des Anmachwassers und erhöhen bei gleichbleibend guter Verarbeitbarkeit die Dichtigkeit des Betons.

Die Dichtigkeit kann zusätzlich mittels Betonzusatzstoffen optimiert werden, entweder über eine höhere Packungsdichte im Kornaufbau oder durch festigkeitsbildende Materialien, die während der chemischen Reaktion von Zement und Wasser eingebunden werden.

Daraus resultiert eine geringere Gesamtporosität, die zu einem dichteren Gefüge mit höheren Festigkeiten und einer besseren Oberflächenbeständigkeit (Abrasionsverhalten) führt.

Gefrierendem Wasser soll im frost- und/oder frosttaubelasteten Beton durch Luftporenbildner Expansionsraum geschaffen werden.

Zur Optimierung der Verarbeitbarkeit

werden dem Beton ebenfalls Zusatzmittel beigemischt. Mit Fliessmittel kann die Fliessfähigkeit erhöht werden. Viskositätsregler festigen den inneren Zusammenhalt (die Kohäsion) und verhindern dadurch Entmischungen und verbessern die Pumpbarkeit.

Zur Steuerung des Abbindeverhaltens

dienen einerseits Verzögerer. Diese schieben den Abbindebeginn hinaus, um eine längere Verarbeitungszeit des Betons zu ermöglichen. Andererseits ziehen Erstarrungsbeschleuniger, vor allem beim Spritzbeton, den Reaktionsbeginn vor, damit der Beton sofort erstarrt und Festigkeiten entwickelt. Daneben führen Erhärtungsbeschleuniger zu einer schnelleren Festigkeitsentwicklung, ohne den Abbindebeginn zu beeinflussen.

Mengenmässig machen die Betonverflüssiger und Fliessmittel rund 80% der Zusatzmittel aus, die bei vergütetem Beton eingesetzt werden. Die in der Schweiz verwendeten Betonzusatzmittel müssen der Normenreihe SN EN 934 entsprechen.

Kontrolle

Nach SN EN 934-6 ist vom Hersteller für jedes Produkt eine Erstprüfung und eine laufende werkseigene Produktionskontrolle durchzuführen.

Die meisten «Allgemeinen Anforderungen» müssen für jede einzelne Produktionscharge überprüft werden. Die Prüfhäufigkeit für die «Besonderen (bzw. Speziellen) Anforderungen» beträgt eine Prüfung für jeweils 500t (bzw. 1000 t) produzierte Menge, mindestens jedoch zwei Prüfungen jährlich.

Bewertung

Die Konformitätskontrolle des Herstellers muss ständig durch eine in der Schweiz anerkannte Konformitätsbewertungsstelle überwacht und bewertet werden (Konformitätsbewertungsverfahren: 2+). Sie stellt dem Hersteller eine Konformitätszertifikat aus.

Wirkung und Verwendungszweck von Betonzusatzmitteln.



Betonverflüssiger (BV)

Zusatzmittel, das eine Verminderung des Wassergehaltes einer gegebenen Betonmischung ermöglicht, ohne die Konsistenz zu beeinträchtigen, oder ohne Veränderung des Wassergehaltes das Setzmass/Ausbreitmass erhöht, oder gleichzeitig beide Wirkungen hervorruft.

Fliessmittel (FM)

Zusatzmittel, das eine erhebliche Verminderung des Wassergehaltes einer gegebenen Betonmischung ermöglicht, ohne die Konsistenz zu beeinträchtigen, oder ohne Veränderung des Wassergehaltes das Setzmass/Ausbreitmass erheblich erhöht, oder gleichzeitig beide Wirkungen hervorruft.

Stabilisierer (ST)

Zusatzmittel, das das Absondern von Zugabewasser durch vermindertes Bluten verringert.

Luftporenbildner (LP)

Zusatzmittel, das eine bestimmte Menge von kleinen, gleichmässig verteilten Luftporen während des Mischvorgangs einführt, die nach dem Erhärten im Beton verbleiben.

Verzögerer (VZ)

Zusatzmittel, das die Zeit vom Beginn des Übergangs der Mischung vom plastischen in den festen Zustand verlängert.

Dichtungsmittel (DM)

Zusatzmittel, das die kapillare Wasseraufnahme von Festbeton verringert.

Erstarrungsbeschleuniger (SBE)

Zusatzmittel, das die Zeit vom Beginn des Übergangs der Mischung vom plastischen in den festen Zustand verringert.

Erhärtungsbeschleuniger (HBE)

Zusatzmittel, das die Anfangsfestigkeit beschleunigt, mit oder ohne Einfluss auf die Erstarrungszeit.

Weitere Betonzusatzmitteltypen:

Frostschutz

verbessert während der kalten Jahreszeit die Gefrierbeständigkeit von jungem Beton.

Korrosionsinhibitoren

schützen die einbetonierten Bewehrungsstähle vor chloridinduzierter Korrosion.

Viskositätsregler (VMA)

verbessern den inneren Zusammenhalt (Kohäsion) ohne signifikanten Einfluss auf das Fliessverhalten.

Schwindreduktionsmittel

reduzieren das Trocknungsschwinden.

Antilunkermittel

minimieren die Lunkerbildung an der Betonoberfläche.

Interne Nachbehandlungsmittel

steuert den Wasserhaushalt des Betons, indem das Wasserrückhaltevermögen erhöht wird.

Massenhydrophobierungsmittel

verhindert die kapillare Saugwirkung praktisch vollständig und ermöglicht dadurch einen ausserordentlich dichten Beton.

Wie auslaugbar, biologisch abbaubar oder ausgasbar sind Betonzusatzmittel?



Auch unter extremsten Bedingungen werden nur geringe Mengen an organischem Kohlenstoff ins Wasser ausgelaugt.

Emissionen in die Luft

oder Ausgasungen können vor allem in Innenräumen zu einer Belastung des Menschen führen. Das Ausgasverhalten von Fließmitteln wurde deshalb mittels Versuchen (BMG, Schlieren) an Betonprüfkörpern erfasst. Dabei konnten keine flüchtigen Bestandteile nachgewiesen werden.

Fazit der Prüfungen: Die Innenraumluft wird durch Fließmittel nicht belastet.

Erdreich-Einträge

durch Auswaschungen können das Grundwasser beeinträchtigen. Betonabbruch, der im Freien gelagert oder beim Strassenbau in ungebundener Form angewendet wird, ist Niederschlägen ausgesetzt. Untersuchungen sollten zeigen, ob

dadurch Fließmittel aus Betonabbruch ausgewaschen werden und ins Erdreich gelangen kann. Weil viele Aufbereitungs- und Lagerplätze für Betongranulat in Gebieten mit Grundwasservorkommen stehen, müsste in diesem Fall mit einer Gefährdung der Grundwasserqualität gerechnet werden. Versuche mit zerkleinerten Betonprüfkörpern zeigen, dass geringe Mengen von Fließmitteln bzw. deren Abbauprodukte prinzipiell auswaschbar sind. Die Stoffe bauen sich jedoch gut ab und führen zu keiner relevanten Grundwasserbelastung und fallen somit in die Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1).

Fließmittel (FM) sind im Allgemeinen nicht kennzeichnungspflichtig, gut wasserlöslich und werden **biologisch abgebaut**.

Da alle Stoffe gut wasserlöslich sind, reichern sie sich nicht im Fettgewebe von Organismen an. Sie wirken auf Wasserorganismen nur in extrem hohen Konzentrationen akuttoxisch.

Ist mit Betonzusatzmittel vergüteter Beton rezyklierbar?



Vergüteter Betonabbruch kann ohne messbare Beeinträchtigung der Umwelt rezykliert werden.

Bei der Verwendung von Betonabbruch stellen sich zwei

umwelttechnische Kernfragen:

Muss beim Rezyklieren von Betonabbruch, welcher mit Betonzusatzmittel vergütet ist, mit einer Beeinträchtigung der Umwelt gerechnet werden?

Muss beim wiederholten Wiederverwenden von Betonabbruch mit kumulierten Rückständen von Betonzusatzmitteln im Beton gerechnet werden?

Betonabbruch ist eine umweltverträgliche Ausgangskomponente, die mithilft, unsere Kiesressourcen und die Landschaft zu schonen.

Selbst bei ungünstigsten Bedingungen wie der Lagerung auf nicht abgedichteten Plätzen oder der Verwendung im Straßenbau in ungebundener Form ist

keine Beeinträchtigung der Umwelt

zu erwarten. Als Vorsichtsmassnahme ist es aber sinnvoll, ungünstigste Bedingungen zu vermeiden. Betonabbruch kann neben Zusatzmitteln eine Vielzahl anderer unbekannter Bauprodukte enthalten. Diese Tatsache hat verschiedene Kantone veranlasst, Richtlinien über den Einsatz von Betonabbruch herauszugeben.

Bei der Wiederverwendung von Betonabbruch zur Herstellung von neuem Beton werden oft Betonzusatzmittel zudosiert. Wird dieser Vorgang mehrmals wiederholt, erhöht sich der kumulierte Zusatzmittelgehalt. Selbst bei der Verwendung eines sehr hohen Anteils von Betonabbruch (70%) wird die Betonzusatzmittel-Menge im Maximum doppelt so hoch wie in einem Referenzbeton (ohne Zusatzmittel).

Betonabbruch, welcher den

Kriterien der technischen Verordnung über Abfälle (TVA)

für Inertstoffe entspricht, kann uneingeschränkt im Rahmen des Baustoffrecyclings wiederverwertet werden.

Betonzusatzmittel sind umweltverträglich!



Betonzusatzmittel verdienen das Prädikat umweltverträglich, weil sie Luft und Boden kaum belasten.

Was bedeutet umweltverträglich? Ein Produkt wird dann als umweltverträglich bezeichnet, wenn seine Emissionen von der Herstellung bis zur Entsorgung, also

Während des gesamten Lebenszyklus,

weder Lebewesen noch Umwelt beeinträchtigen. Dies ist bei Betonzusatzmitteln gegeben. Wie jede menschliche Tätigkeit führt der Einsatz von Betonzusatzmitteln zu Emissionen. Bei vorschriftsgemäßer Anwendung ist jedoch mit keinerlei Beeinträchtigung von Mensch und Umwelt zu rechnen. Der Einsatz von Betonzusatzmitteln darf somit als umweltverträglich bezeichnet werden.

Die FSHBZ-Mitgliedsfirmen und die Anwender von Betonzusatzmitteln sind jedoch weiterhin bestrebt, die geringen Emissionen noch weiter zu reduzieren. Hier einige Beispiele:

- Weitgehend geschlossene Wasserkreisläufe bei der Herstellung.
- Einsatz von wiederbefüllbaren Gebinden (Container).
- Verwendung von Recyclingwasser (Waschwasser) als Anmachwasser im Betonwerk.
- Verwendung von Betonabbruch als alternative Gesteinskörnung.

Energieverbrauch

Herstellung und Transport von Beton und dessen Rohstoffen (Zement, Gesteinskörnung, Zusatzmittel) benötigen Energie. Der Energieverbrauch für die Herstellung der Betonzusatzmittel ist zwar bedeutend, doch sind die im Beton eingesetzten Mengen im Vergleich zum Gesamtanteil gering. Für verschiedene Betonrezepturen – mit oder ohne Betonzusatzmittel, aber mit gleicher Konsistenz und Festigkeit – wurde der gesamte Energieverbrauch berechnet. Es können folgende Punkte hervorgehoben werden:

Kleiner Energieanteil

Die Bilanzierung ergibt, dass der Energieaufwand für die Betonherstellung durch die Verwendung von Fließmitteln nur geringfügig verändert wird. Die Unterschiede liegen bei wenigen Prozenten. Der Anteil des Transportes am Energieverbrauch ist, je nach Distanz, deutlich höher als derjenige für die Herstellung des Fließmittels.

CO₂-Emissionen

Bei der Bilanzierung der CO₂-Emissionen ergab sich ein ähnliches Bild: Der Einsatz von Fließmitteln trägt nur sehr wenig zu den CO₂-Emissionen bei.

Fazit

Der Einfluss der Zusatzmittel auf die Gesamtbilanz des Betons ist im Vergleich zu anderen Komponenten gering. Betrachtet man die Betonherstellung in einem

grösseren Zusammenhang, also die Bauwerkserstellung als Ganzes, werden die Unterschiede zwischen den verschiedenen Betonen völlig vernachlässigbar. Deshalb sollten beim Entscheid «Betonzusatzmittel: ja oder nein» bautechnische und nicht energietechnische Aspekte im Vordergrund stehen.

Vom Credo zum Umweltsiegel.



Der Fachverband Schweizerischer Hersteller von Betonzusatzmitteln (FSHBZ) hat die Diskussion um den Einsatz von Betonzusatzmitteln aktiv mitverfolgt. In seinem Auftrag sind umfassende Studien durchgeführt worden. Diese Untersuchungen bilden heute die Grundlage für eine sachliche Umweltdiskussion: Sie beleuchten die gängige Einsatzpraxis in einem grösseren Zusammenhang und erlauben es, die Umweltverträglichkeit von Betonzusatzmitteln anhand von Schlüsselkriterien zu beurteilen.

FSHBZ-Gütesiegel: Ein Zeichen der Zuversicht.

Rezepturen von Betonzusatzmitteln, die den strengen Kriterien genügen, dürfen mit dem Gütesiegel des FSHBZ ausgezeichnet werden. Sie stellen bei vorschriftsgemässer Anwendung keine Gefahr für Mensch und Umwelt dar. Die Evaluationskriterien und die Beurteilung der einzelnen Produkte können beim

FSHBZ eingesehen werden. Das FSHBZ-Gütesiegel gibt Bauherren, Planern und Unternehmern die nötige Sicherheit im umweltkonformen Umgang mit Betonzusatzmitteln.

Beurteilungskriterien.

Es wurde ein klarer Katalog der Anforderungen an die Eigenschaften und den Einsatz von Betonzusatzmitteln erstellt. Die Mitglieder des FSHBZ verpflichten sich, diese Grundsätze bei Produktentwicklungen einzuhalten. Neue und bestehende Produkte werden nach den durch die Technische Kommission des FSHBZ festgelegten Richtlinien beurteilt und von einer neutralen Kontrollstelle überprüft.

Was ist das Credo der FSHBZ-Mitgliederfirmen?



Die Mitgliederfirmen verpflichten sich, bei der Produktion alle Schutz- und Sicherheitsmassnahmen einzuhalten und die Umweltverträglichkeit der Produkte gleich zu gewichten, wie die technischen Anforderungen.

Ein Zeichen der Zuversicht.



Erfüllt die Umweltrichtlinien des FSHBZ

Remplit les directives écologiques du FSHBZ

Conforme alle direttive ecologiche del FSHBZ



Mitgliederfirmen



The Chemical Company

BASF
Construction Chemicals (Schweiz) AG
Vulkanstrasse 110
8048 Zürich

Telefon +41 58 958 22 11
Telefax +41 58 958 32 55

www.basf-admixtures.ch



Sika Schweiz AG
Tüffenwies 16
8048 Zürich

Telefon +41 44 436 40 40
Telefax +41 44 436 46 55

www.sika.ch



MAPEI SUISSE SA
1642 Sorens

Telefon +41 26 915 90 00
Telefax +41 26 915 90 03

www.mapei.ch

Weitere Informationen können bezogen werden beim
Sekretariat FSHBZ
c/o Sika Schweiz AG, Tüffenwies 16, 8048 Zürich
www.fshbz.ch

