

Mischungsstabilität von Beton

Ad-hoc-Maßnahmen für künftige Baumaßnahmen als ergänzende Regelungen zu den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen - Wasserbau für Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton (ZTV-W LB 215)“ und zu den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen - Wasserbau für Schutz und Instandsetzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken (ZTV-W LB 219)“

Hinweis: Für Fließmittel (FM) und Betonverflüssiger (BV) wird nachfolgend auch der Sammelbegriff „verflüssigende Zusatzmittel“ verwendet.

A. Bei Baumaßnahmen der WSV auf Basis der ZTV-W LB 215 gelten ergänzend zu den ZTV-W LB 215, Teil 2 - Beton, nachfolgende Regelungen, die in die Baubeschreibung aufzunehmen sind:

1. Bei Betonen ohne LP-Bildner muss die Nassmischzeit des Betons im Transportbetonwerk nach Zugabe aller Ausgangsstoffe mindestens 60 Sekunden betragen. Die Nassmischzeit jeder Charge ist automatisch auf dem Lieferschein zu dokumentieren.
2. Bei Betonen mit LP-Bildner sind im Transportbetonwerk zunächst alle Ausgangsstoffe mit Ausnahme des Fließmittels (FM) bzw. des Betonverflüssigers (BV) zuzugeben. Nach einer Nassmischzeit von mindestens 60 Sekunden je Charge sind das Fließmittel bzw. der Betonverflüssiger zuzugeben und der Beton für mindestens weitere 60 Sekunden je Charge zu mischen. Die Mischzeiten der einzelnen Chargen sind automatisch auf dem Lieferschein zu dokumentieren.

Anmerkung: Die Mindestmischzeiten gemäß Pkt. 1 und 2 sind absolute Untergrenzen, die keinesfalls unterschritten werden dürfen. Je nach Situation (Art des Mischwerks etc.) können längere Mischzeiten erforderlich sein.

3. Die Verwendung von Fließmitteln oder Betonverflüssigern auf Basis von PCE sowie von Fließmitteln bzw. Betonverflüssigern, welche nicht eindeutig und nachweislich auf Basis von Lignin-, Melamin- oder Naphthalinsulfonat hergestellt werden, in Verbindung mit Luftporenbildnern ist nicht zulässig.

Anmerkung: Sofern bei Betonem mit einem höchstzulässigen w/z-Wert von 0,45 oder darunter (z. B. in Einzelfällen bei besonders beanspruchten Meerwasserbauten) mit klassischen Fließmitteln oder Betonverflüssigern nachweislich keine ausreichende Verflüssigungswirkung erzielt werden kann, sind mit dem Auftraggeber hinsichtlich Pkt. 3 projektspezifische Festlegungen abzustimmen. Die Bundesanstalt für Wasserbau steht hierbei beratend zur Verfügung.

4. Bei Verwendung von Fließmitteln bzw. Betonverflüssigern auf PCE-Basis sowie von Fließmitteln bzw. Betonverflüssigern, welche nicht eindeutig und nachweislich auf Basis von Lignin-, Melamin- oder Naphthalinsulfonat hergestellt werden, ist bei Beton für massive Bauteile (kleinste Bauteilabmessung $\geq 0,8$ m) eine gegenüber den ZTV-W LB 215 (2012) erweiterte Eignungsprüfung des Betons wie folgt durchzuführen:
 - a) Der Sättigungspunkt des Fließmittels bzw. Betonverflüssigers (d.h. der Gehalt des verflüssigenden Zusatzmittels, ab dessen Überschreitung keine weitere Verflüssigung mehr eintritt) ist für den vorgesehenen Beton (inkl. aller Ausgangsstoffe) bei einer

Frischbetontemperatur von 20 °C zu bestimmen. Sollen mehrere verflüssigende Zusatzmittel eingesetzt werden, ist der Sättigungspunkt für die entsprechende Zusatzmittelkombination zu bestimmen. Zur Bestimmung des Sättigungspunktes ist die Zugabemenge an Fließmittel bzw. Betonverflüssiger schrittweise zu erhöhen und das Ausbreitmaß a_{10} des jeweiligen Betons zu ermitteln. Für jede Zugabemenge ist ein neuer Beton herzustellen. Der Sättigungspunkt ist graphisch in einem Koordinatensystem aus dem Zusammenhang von Ausbreitmaß und Zugabemenge des verflüssigenden Zusatzmittels zu ermitteln. Die für das Erreichen des Sättigungspunktes maßgebliche Menge des verflüssigenden Zusatzmittels darf während der gesamten Lieferung des Betons für die Baumaßnahme nicht überschritten werden. Für den Fall, dass während der Bauausführung Frischbetontemperaturen ≤ 15 °C auftreten, ist der Sättigungspunkt in der Eignungsprüfung zusätzlich bei einer Frischbetontemperatur von 10 °C zu bestimmen. Die hierbei für das Erreichen des Sättigungspunktes bestimmte Menge des verflüssigenden Zusatzmittels darf bei Frischbetontemperaturen ≤ 15 °C während der Baumaßnahme nicht überschritten werden.

- b) Für den Fall, dass während der Bauausführung Frischbetontemperaturen ≤ 15 °C auftreten, ist das Ausbreitmaß des Frischbetons (mit allen Zusatzmitteln) bei einer Frischbetontemperatur von 10 °C über eine Zeit von mindestens 90 Minuten nach Wasserzugabe in regelmäßigen Abständen (10, 30, 45, 60 und 90 Minuten) zu ermitteln. Eine Verflüssigung, also ein Ansteigen des Ausbreitmaßes gegenüber dem Ausbreitmaß nach 10 Minuten, von mehr als 30 mm ist nicht zulässig. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.
5. Bei allen Betonen ist die Sedimentationsstabilität des Frischbetons 10 Minuten nach Wasserzugabe über einen Auswaschversuch nach DAfStb-Richtlinie „Selbstverdichtender Beton“ (SVB-Richtlinie), Ausgabe November 2003, Anhang N.2, zu bestimmen. Abweichend von der SVB-Richtlinie (2003) ist der Beton bei senkrecht stehender Zylinderform in einer Lage einzufüllen. Der Beton ist durch Rütteln auf einem Rütteltisch gemäß DIN EN 12390-2 mit einer Rüttelzeit von 60 Sekunden zu verdichten. Bei Beton mit einem Größtkorn von 32 mm ist das Grobgut abweichend von der SVB-Richtlinie (2003) auf einem Sieb der Nennlochweite 11,2 mm gemäß DIN ISO 3310-2 auszuwaschen und abzusieben. Bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse analog zur SVB-Richtlinie (2003) darf die Verminderung des Grobkornanteils im oberen Drittel des Zylinders höchstens 20 M-% betragen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.
6. Ist die Herstellung eines großformatigen Betonblocks gemäß ZTV-W LB 215 (2012), Teil 2, Abschnitt 5.2, erforderlich, sind aus diesem Betonblock nach dem Erhärten des Betons zwei Vertikalbohrkerne über die gesamte Blockhöhe und drei Horizontalbohrkerne mit einer Länge von mindestens 700 mm zu entnehmen. Der Bohrerndurchmesser muss mindestens 120 mm betragen. Die Entnahmestellen sind Bild A zu entnehmen. Die Bohrkernentnahme soll gemäß BAW-Merkblatt „Bohrkernentnahme für Bauwerksuntersuchungen (MBK)“ im Einfachkernrohrverfahren mit Wasserspülung erfolgen. Die entnommenen Bohrkern sind gemäß SVB-Richtlinie 2003, Anhang N.1, mittig in Achsrichtung aufzusägen, die gesägten Flächen sind hinsichtlich der Verteilung der groben Gesteinskörnung visuell zu beurteilen. Das Gefüge des Betons muss weitgehend gleichmäßig sein. Das Ergebnis der visuellen Beurteilung ist zu dokumentieren.

Sofern in Zweifelsfällen eine quantitative Bestimmung der Verteilung der groben Gesteinskörnung an den Vertikalbohrkernen erforderlich wird, ist wie folgt vorzugehen: An der gesägten Fläche sind seitens des Auftraggebers drei gleich große Teilflächen von

je 150 mm Höhe festzulegen. Für jede dieser Teilflächen ist der Flächenanteil der angeschnittenen groben Gesteinskörner zu ermitteln. Zu berücksichtigen sind dabei alle Gesteinskörner, deren größte Abmessung an der gesägten Bohrkernfläche mindestens 8 mm beträgt. Anschließend ist der Mittelwert aus den drei Teilflächen zu bilden und für jede Teilfläche die Abweichung von diesem Mittelwert zu berechnen. Bei keiner der Teilflächen darf diese Abweichung (Veränderung der Kornzusammensetzung infolge Absetzen) mehr als 20 % betragen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

7. Der Transport des Betons zur Baustelle mittels Fahrmischer inklusive der Wartezeit bis zur Entladung muss mit langsam drehender Trommel erfolgen. Unmittelbar vor dem Entladen ist der Beton nochmals mindestens 2 Minuten aufzumischen.

B. Bei Baumaßnahmen der WSV auf Basis der ZTV-W LB 215 gelten ergänzend zu den ZTV-W LB 215, Teil 3-Bauausführung, nachfolgende Regelungen, die in die Baubeschreibung aufzunehmen sind:

8. Die Regelungen des DBV-Merkblatts „Betonierbarkeit von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton“ des Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein e.V., Ausgabe 2014, sind zu beachten.
9. Falls die Einbaustelle nicht unmittelbar zugänglich ist, sind je nach Situation entsprechende Maßnahmen wie beispielsweise verschließbare Schalungsöffnungen oder Beleuchtungseinrichtungen vorzusehen, um den Einbau- und Verdichtungsvorgang des Betons beobachten zu können.
10. Bei allen Betonen ist die Sedimentationsstabilität des Frischbetons beim ersten, beim fünften und anschließend bei jedem folgenden zwanzigsten Fahrzeug sowie in Zweifelsfällen an der Einbaustelle über einen Auswaschversuch nach DAfStb-Richtlinie „Selbstverdichtender Beton“ (SVB-Richtlinie), Ausgabe November 2003, Anhang N.2, zu überprüfen. Abweichend von der SVB-Richtlinie (2003) ist der Beton bei senkrecht stehender Zylinderform in einer Lage einzufüllen. Der Beton ist durch Rütteln auf einem Rütteltisch gemäß DIN EN 12390-2 mit einer Rüttelzeit von 60 Sekunden zu verdichten. Bei Beton mit einem Größtkorn von 32 mm ist das Grobgut abweichend von der SVB-Richtlinie (2003) auf einem Sieb der Nennlochweite 11,2 mm gemäß DIN ISO 3310-2 auszuwaschen und abzusieben. Bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse analog zur SVB-Richtlinie darf die Verminderung des Grobkornanteils im oberen Drittel des Zylinders höchstens 20 M-% betragen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.
11. Bei allen Betonen sind zur Kontrolle der Mischungsstabilität des erhärteten Betons im Bauwerk während der Durchführung der Baumaßnahme Vertikalbohrkerne in einem Abstand von etwa 0,5 m von den Bauteilseitenflächen (soweit von der Bauteilgeometrie her möglich; ansonsten mittig) mit einem Bohrkerndurchmesser von mindestens 120 mm und einer Länge von mindestens 1000 mm zu entnehmen. Anzahl und Entnahmestellen der Bohrkern sind projektspezifisch durch den Auftraggeber festzulegen, je eingesetzter Betonsorte ist aber mindestens ein Bohrkern zu entnehmen und zu untersuchen. Die Bohrkernentnahme soll gemäß BAW-Merkblatt „Bohrkernentnahme für Bauwerksuntersuchungen (MBK)“ im Einfachkernrohrverfahren mit Wasserspülung erfolgen. Die entnommenen Bohrkern sind gemäß SVB-Richtlinie 2003, Anhang N.1, mittig in Achsrichtung aufzusägen, die gesägten Flächen sind hinsichtlich der Verteilung der groben Gesteinskörnung visuell zu beurteilen. Das Gefüge des Betons muss weitgehend gleichmäßig sein. Das Ergebnis der visuellen Beurteilung ist zu dokumentieren.

Sofern in Zweifelsfällen eine quantitative Bestimmung der Verteilung der groben Gesteinskörnung an den Vertikalbohrkernen erforderlich wird, ist wie folgt vorzugehen: An der gesägten Fläche sind seitens des Auftraggebers drei gleich große Teilflächen von je 150 mm Höhe festzulegen. Für jede dieser Teilflächen ist der Flächenanteil der angeschnittenen groben Gesteinskörner zu ermitteln. Zu berücksichtigen sind dabei alle Gesteinskörner, deren größte Abmessung an der gesägten Bohrkernfläche mindestens 8 mm beträgt. Anschließend ist der Mittelwert aus den drei Teilflächen zu bilden und für jede Teilfläche die Abweichung von diesem Mittelwert zu berechnen. Bei keiner der Teilflächen darf diese Abweichung (Veränderung der Kornzusammensetzung infolge Absetzen) mehr als 20 % betragen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Für Vorsatzschalen gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 3, sind die Ad-hoc-Maßnahmen gemäß den Abschnitten A und B (inkl. Pkt. 4) sinngemäß anzuwenden.

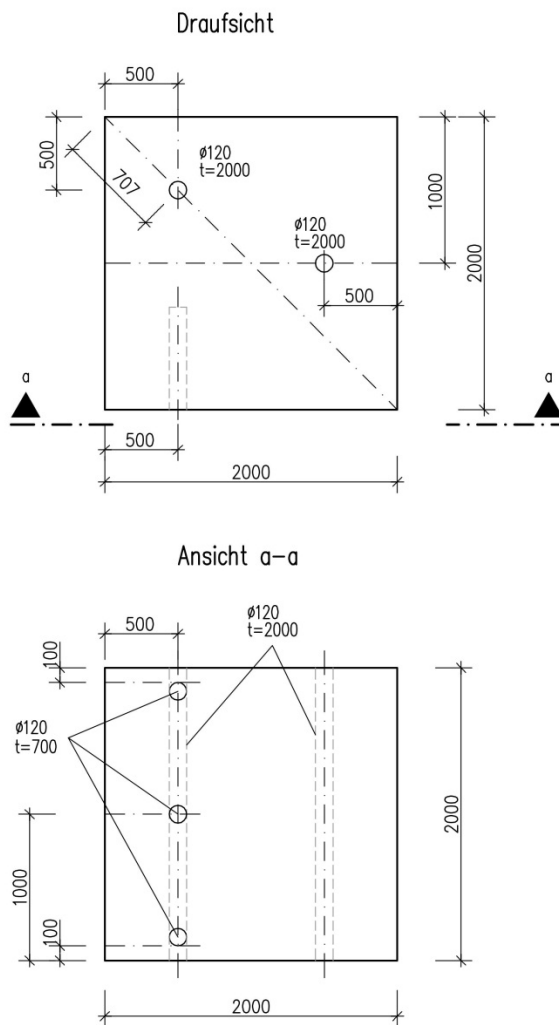


Bild A: Bohrkernentnahmestellen gemäß Punkt 6 (Angaben in mm)

Ad-hoc-Maßnahmen bei laufenden Baumaßnahmen als ergänzende Regelungen zu den ZTV-W LB 215 und den ZTV-W LB 219

12. Bei bereits laufenden Baumaßnahmen ist in Abhängigkeit von Bauwerkssituation und Baufortschritt zu prüfen, inwieweit es notwendig ist, die Maßnahmen gemäß den Abschnitten A und B, Nr. 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10 und 11 ggf. auch im Rahmen des bestehenden Bauvertrags noch zu realisieren. In diesem Zusammenhang kann die BAW beratend unterstützen. Das Ergebnis der Prüfung ist zu dokumentieren.
13. Insbesondere die Untersuchung gemäß Punkt 11, mit deren Hilfe die ausgeführte Leistung beurteilt wird, sollte bei bereits laufenden Baumaßnahmen als Kontrollprüfung des Auftraggebers durchgeführt werden.

Untersuchung bereits ausgeführter Bauwerke im Hinblick auf Betonentmischung

14. Bei der in Bezug stehenden Schleusenbaumaßnahme wiesen die betroffenen Wandbereiche nur geringe visuell erkennbare Anzeichen für Defizite hinsichtlich der Mischungsstabilität auf. Die Problematik wurde eher zufällig und in Umfang und Tragweite erst durch weitergehende Untersuchungen erkannt. Vor diesem Hintergrund kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass bereits fertiggestellte Bauwerke der WSV (Neubaumaßnahmen gemäß ZTV-W LB 215, Instandsetzungsmaßnahmen mit Betonvorsatzschalen gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 3) ebenfalls von einer Betonentmischung betroffen sein können.

Deshalb sind Bauwerke, bei denen Fließmittel oder Betonverflüssiger auf PCE-Basis zum Einsatz gekommen sind, zu identifizieren und einer weiterführenden Begutachtung im Hinblick auf das Vorliegen einer Entmischungsproblematik zu unterziehen. Hierbei sollten vorrangig Bauwerke bzw. Bauteile in den Fokus genommen werden, bei denen Fließmittel oder Betonverflüssiger auf PCE-Basis in Verbindung mit Luftporenbildnern verwendet worden sind. Da verflüssigende Zusatzmittel auf PCE-Basis in Deutschland erst etwa ab dem Jahr 2000 in größerem Umfang Verwendung gefunden haben, kann sich die Analyse auf Bauwerke beschränken, mit deren Errichtung (Betonierbeginn) frühestens in diesem Jahr begonnen worden ist. Die Identifizierung entsprechender Bauwerke ist durch die GDWS in Abstimmung mit der BAW vorzunehmen.

Die fraglichen Bauwerke sollten visuell begutachtet werden. Die Bauteiloberflächen sollten zumindest stichprobenartig durch Abklopfen mit einem Hammer auf das Vorhandensein mindererfester Bauteilbereiche untersucht werden. Ein besonderes Augenmerk sollte hierbei neben augenscheinlich nicht ausreichend dauerhaften Bauteilbereichen auf horizontale Arbeitsfugen und auf Fugen zwischen einzelnen Betonierlagen gerichtet werden. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.