

**Technische Regelung**  
**Zusätzliche technische Vertragsbedingungen**  
**für Stahlbetonarbeiten**  
**für Bauwerke im Wasser- und Abwasserbereich**  
**-ZTV-**

**Version 5**  
**in der ab 23.04.2013 geltenden Fassung**

Erstellt	Geprüft		Freigegeben
Hr. Lenuweit (IB 30) 16.04.2013	<b>Organisatorisch</b> Fr. Dr. Goebel (11-UE) 18.04.2013	<b>Inhaltlich</b> Hr. Dudzik (22-IB) 16.04.2013	Dr. Grün (VM 20) 23.04.2013
Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift		Datum und Unterschrift

## Revisionsstand

Die vorliegende Technische Regelung gliedert sich mit **Revisionsstand (02/13)** in folgende Elemente:

Elementnr.	Erläuterung	Version	Seitenanzahl
0	Deckblatt, Revisionsstand, Benutzerhinweis	5	2
1	Regelungsinhalt	5	13

## Benutzerhinweis

Die Festlegung von Technischen Regelungen, d. h. Standards und ZTV erfolgt mit dem Ziel, die Bearbeitung von Planungsaufgaben zu erleichtern und zu beschleunigen sowie eine technisch – wirtschaftliche Optimierung von Planung, Bau und Betrieb sicherzustellen. Sie sind wichtige, jedoch nicht die einzigen Erkenntnisquellen für fachgerechte Lösungen. Durch ihre Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den innerhalb der Technischen Regelungen aufgezeigten Spielräumen.

Von Technischen Regelungen darf nur mit aktenkundiger Begründung, in Absprache mit der jeweils federführenden Organisationseinheit und den betroffenen Fachabteilungen abgewichen werden.

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen zur VOB sind in ihrer Anwendung verbindlich.

# Stahlbetonarbeiten für Bauwerke im Wasser- und Abwasserbereich

## Inhalt

<b>1. Vorbemerkungen .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Beton und Stahlbeton .....</b>	<b>3</b>
2.1. Druckfestigkeiten, Expositionsklassen und besondere Eigenschaften .....	3
2.2. Zemente .....	3
2.3. Gesteinskörnung .....	3
2.4. Zusatzmittel, Zusatzstoffe und Zugabewasser .....	4
2.5. Einbauhinweise .....	4
2.6. Bewehrung .....	6
2.7. Schalung .....	6
2.8. Abstandhalter .....	7
2.9. Einbauteile und Aussparungen .....	7
2.10. Arbeitsfugen .....	8
2.11. Fugenbänder .....	8
2.12. Nachbehandlung .....	9
<b>3. Beton mit erhöhtem Säurewiderstand (SWB) .....</b>	<b>10</b>
3.1. Vorbemerkungen .....	10
3.2. Weitergehende Anforderungen .....	10
3.3. Qualitätskontrolle und -sicherung .....	11

## 1. VORBEMERKUNGEN

- (1) Die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für Beton- und Stahlbetonarbeiten für Bauwerke im Wasser- und Abwasserbereich“ gelten für den Bau von Wasser- und Abwasseranlagen einschließlich deren Nebenanlagen und legen Anforderungen fest, die über die allgemein anerkannten Regeln der Technik hinausgehen. Neben den einschlägigen Normen sind nachstehende Berichte, Richtlinien und Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen zu berücksichtigen:
  - DIN-Fachbericht 100 „Beton - Zusammenstellung von DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1“
  - ZTV-ING „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten“
  - DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“
  - DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“
  - DAfStb-Richtlinie „Selbstverdichtender Beton“
  - DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“
  - DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“
  - DAfStb Heft 525 „Erläuterungen zu DIN 1045-1“
  - DAfStb Heft 526 „Erläuterungen zu den Normen DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3, DIN 1045-4 und DIN 4226“
  - DBV-Merkblatt „Abstandhalter“
  - DBV-Sachstandbericht „Beschränkung von Temperaturrissen im Beton“
  - DBV-Merkblatt „Wasserundurchlässige Baukörper aus Beton“
  - DBV-Merkblatt „Verpreßte Injektionsschläuche für Arbeitsfugen“
  - DBV-Merkblatt „Unterstützungen“
  - DBV-Merkblatt „Sichtbeton“
  - DBV-Merkblatt „Betonierbarkeit von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton“.
- (2) Alle Bauwerke sind in WU-Qualität (Beanspruchungsklasse 1, Nutzungsklasse B) herzustellen.
- (3) Für nicht genormte Ausgangsstoffe sind dem Auftraggeber allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse, allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder Zustimmungen im Einzelfall vorzulegen. Die Verwendung derartiger Stoffe bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.
- (4) Die Eignung der Ausgangsstoffe zur Betonherstellung ist, wenn nicht anders vereinbart, spätestens zwei Wochen vor Erstverwendung des jeweiligen Betons dem Auftraggeber nachzuweisen. Dies kann durch Vorlage des Verwendbarkeitsnachweises gemäß

Bauregelliste geschehen. Ergebnisse der Erstprüfung von Beton sind ebenfalls zwei Wochen vor Erstverwendung gesondert vorzulegen.

- (5) Der Auftragnehmer hat mit dem Betonhersteller zu vereinbaren, dass der Auftraggeber sich jederzeit durch örtliche Einsichtnahme in die Unterlagen der werkseigenen Produktionskontrolle und die Berichte der Fremdüberwachung sowie durch Besichtigung der Produktionsstätten von deren Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit überzeugen kann.
- (6) Der Auftragnehmer hat mit dem Betonhersteller zu vereinbaren, dass der Auftraggeber das Recht hat, beim Betonhersteller Rückstellproben der verwendeten Ausgangsstoffe zu nehmen und bei Bedarf Prüfungen der Druckfestigkeit bzw. Wasserundurchlässigkeit durchführen darf.

## **2. BETON UND STAHLBETON**

### **2.1. Druckfestigkeiten, Expositionsklassen und besondere Eigenschaften**

- (1) Folgende Anforderungen sind zu erfüllen:

**C35/45 XC4 XD2 XA2<sup>\*)</sup> XF3 XM1<sup>\*\*)</sup> WA WU**

<sup>\*)</sup> Falls im Leistungsverzeichnis kein höherer Wert angegeben wurde: Sulfatwiderstand bis 1500 mg/l

<sup>\*\*)</sup> XM1 bei Verwendung von Gesteinskörnungen > 8 mm

**Für die Expositionsklassen XA3 (z. B. Faulbehälter und Vorsäuerungseindicker), XM3 (z. B. Schlammagerplätze) sowie XF4 (z. B. Wandkronenbereiche von Räumlerlaufbahnen) gelten projektspezifische Sonderlösungen, die im Leistungsverzeichnis gesondert beschrieben sind!**

- (2) Zur Qualitätssicherung ist für Bauwerke im Wasser- und Abwasserbereich die Überwachungsklasse 2 nach DIN 1045-3 zu berücksichtigen.

### **2.2. Zemente**

- (1) Für Betone darf als Bindemittel nur Zement CEM III/B mit hohem Sulfatwiderstand bis 3000 mg/l oder eine Kombination von CEM III/A und Steinkohlenflugasche zur Herstellung von Betonen mit hohem Sulfatwiderstand bis 1500 mg/l gemäß Abschnitt 5.2.5.2.2 der DIN 1045-2 in Verbindung mit DIN EN 206-1 in der Festigkeitsklasse 42,5 verwendet werden.
- (2) Die Normfestigkeit ist nach 28 Tagen nachzuweisen. Bei Bauteildicken größer 80 cm ist der Nachweis der Normfestigkeit nach 56 Tagen ausreichend.

### **2.3. Gesteinskörnung**

- (1) Bei Verwendung von Gesteinskörnungen größer 8 mm sind mindestens drei getrennte Korngruppen zuzugeben.
- (2) Die Kornzusammensetzung der Gesteinskörnung muss im Bereich „3“ der Bilder L1 bis L3 in DIN 1045-2, Anhang L liegen.

- (3) Es dürfen nur Gesteinskörnungen mit günstiger, runder Kornform verwendet werden. Dies ist durch Erfüllung der Anforderung  $Fl_{35}$  (Plattigkeits-) bzw.  $SI_{40}$  (Kornformkennzahl) nach DIN EN 12620 nachzuweisen.
- (4) Gebrochene, calcitische sowie rezyklierte Gesteinskörnungen dürfen nicht verwendet werden.

#### **2.4. Zusatzmittel, Zusatzstoffe und Zugabewasser**

- (1) Die Verwendung von Silikastaub oder -suspension bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.
- (2) Die auf der Baustelle zum Zeitpunkt des Einbaus geforderte Konsistenz (einschließlich Vorhaltemaß) ist mit Fließmittel im Transportbetonwerk einzustellen. Das Ansteifverhalten des Frischbetons ist für einen Zeitraum von 90 Minuten ab Wasserzugabe nach DIN EN 12350-5 zu bestimmen.
- (3) Fließmittel der Wirkungsgruppen Polycarboxylat und Polycarboxylatether dürfen nur mit den gleichen Betonausgangsstoffen, mit denen die Erstprüfung durchgeführt wurde und nur in den Betontemperaturbereichen, die der Erstprüfung zugrunde lagen, verwendet werden.
- (4) Betonzusatzmittel mit den Wirkstoffgruppen Saccharose und Hydrogencarbonsäure (Verzögerer) dürfen nicht verwendet werden. Dies gilt auch für Mischprodukte, die diese Wirkstoffgruppen enthalten.
- (5) Bei LP-Beton ist der Luftgehalt des Frischbetons an jedem Fahrzeug zu bestimmen. Maßgebend ist der Luftgehalt beim Einbau. Wird der Beton mit Betonpumpen gefördert, so ist zum einen bei der laufenden Prüfung an der Übergabestelle ein entsprechendes Vorhaltemaß für den Verlust an Luftporen zu berücksichtigen, zum andern ist der Luftgehalt des Frischbetons stichprobenartig, betoniertäglich jedoch mindestens einmal auch am Ende der Förderleitung zu überprüfen. Ggf. ist das Vorhaltemaß entsprechend anzupassen.
- (6) Restwasser aus Wiederaufbereitungsanlagen der Betonherstellung ist nicht zugelassen.

#### **2.5. Einbauhinweise**

- (1) Die Frischbetontemperatur muss zwischen  $+10^{\circ}\text{C}$  und  $+25^{\circ}\text{C}$  liegen.
- (2) Ist eine Frischbetontemperatur von mehr als  $+22^{\circ}\text{C}$  zum Zeitpunkt des Einbaus nicht zu vermeiden, sind vor Beginn der Betonierarbeiten Konsistenzprüfungen nach DIN EN 12350-5 und Prüfungen des LP-Gehalts an Betonen mit der erwarteten Frischbetontemperatur (mindestens  $+23^{\circ}\text{C}$ ) durchzuführen. Die Ergebnisse sind dem Auftraggeber vor Beginn der Betonierarbeiten vorzulegen.

- (3) Die Transportdauer (Zeit vom ersten Kontakt zwischen Wasser und Zement bis zum vollständigen Entladen des Fahrmischers) und Dauer des Betonierens (Entladen, Transport auf der Baustelle und Einbau) darf zusammen maximal 75 Minuten in Anspruch nehmen.
- (4) Eine nachträgliche Wasserzugabe auf der Baustelle ist nicht gestattet.
- (5) Eine Fließmittelzugabe auf der Baustelle ist nicht gestattet.
- (6) Die Betonlieferscheine sind gemäß ZTV-ING, Teil 3, Massivbau, Abschnitt 1 Beton, Tabelle 3.1.2. zu führen und dem Auftraggeber bei Übergabe des Abschlussberichtes der Fremdüberwachung im Original zu übergeben.
- (7) Betone mit Konsistenzklassen  $\geq$  F5 sowie selbstverdichtende Betone dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers eingesetzt werden.
- (8) Das Nennmaß des Größtkorns der Gesteinskörnung ist unter Berücksichtigung der Betondeckung, der kleinsten Querschnittsmaße und des kleinsten lichten Abstands zwischen den Bewehrungsstäben zu wählen. Im Regelfall sollte dies zu 32 mm gewählt werden.
- (9) Der Beton darf beim Einbringen nicht mehr als 1 m frei fallen. Bei größeren Höhen sind Schüttrohre, -schläuche oder -rinnen zu verwenden. Sollte die Einführung von Rohren in die Schalung von oben nicht möglich sein, ist der Beton durch Betonierfenster einzubringen.
- (10) Zur Vermeidung von Schüttkegeln ist der Beton durch kurze Abstände der Einfüllstutzen gleichmäßig zu verteilen und in möglichst gleich dicker Schicht mit waagerechter Oberfläche zu schütten. Die Schütthöhe darf 50 cm nicht überschreiten.
- (11) Die Pumpbarkeit des Frischbetons ist bis in eine Tiefe von 40 m zu gewährleisten.
- (12) Bei lotrechten Schalungen ist die erste Schicht von 30 cm Höhe als Anschlussmischung mit einem Größtkorn von 8 mm einzubringen.
- (13) Nichtgeschalte horizontale Oberflächen sind mit Oberflächenrüttlern (Rüttelbohlen) abziehen.
- (14) Bei der Herstellung der Wandkrone offener Becken ist besondere Sorgfalt geboten, insbesondere wenn diese als Räumerlaufbahn dient. Die Regelungen der DIN 19569 sind zu beachten.
- (15) Wand und Wandkrone sind in einem Arbeitsgang herzustellen. Der Kronenbeton muss mindestens 5 cm über Sollhöhe hinausgeführt werden und nach dem Verdichten und Nachsacken (auf jedem Fall noch vor dem Ende der Verarbeitbarkeitszeit des Betons) auf Sollhöhe abgetragen werden. Anschließend ist die Oberfläche der Wandkrone ohne zusätzliches Nässen abzureiben.
- (16) Mörtelanreicherungen im oberen Wandbereich sind zu unterbinden oder zu beseitigen.

## **2.6. Bewehrung**

- (1) Der Auftragnehmer hat die Bewehrungspläne vor Beginn der Ausführung auf Einbaubarkeit der Bewehrung und fachgerechte Ausführbarkeit der Betonierarbeiten (Vorhandensein von Rüttel- und Betonierlücken, Abstimmung der Bewehrungsabstände auf das vorgesehene Größtkorn etc.) verantwortlich zu prüfen.
- (2) Der Auftragnehmer hat verantwortlich zu prüfen, dass für den Gefällebeton eine Oberflächenbewehrung vorgesehen ist.
- (3) Bewehrungsstäbe dürfen nicht in Krümmungen oder im Bereich von Krümmungen geschweißt werden.
- (4) Außen liegende Montageeisen und Nägel sind vor dem Betonieren zu entfernen.
- (5) Schweißarbeiten innerhalb der Schalung können nur bei Einhaltung besonderer Schutzmaßnahmen für Schalung und Bewehrung zugelassen werden.
- (6) Eingebaute Bewehrung darf nach dem Ausrichten nur über lastverteilende Bohlen betreten werden.
- (7) Die Abnahme der Bewehrung ist rechtzeitig, in der Regel 3 Arbeitstage vor dem Betonieren, bei der Bauüberwachung des Auftraggebers bzw. des Prüfenieurs zu beantragen.
- (8) Reste von Rödeldrähten oder Bewehrungseisen sind mit Magneten oder Druckluft vor dem Betonieren zu entfernen.

## **2.7. Schalung**

- (1) Für alle im Endzustand sichtbaren Flächen (bei außen liegenden Flächen bis 30 cm unterhalb der geplanten Geländeoberkante) gilt, soweit in der Leistungsbeschreibung nichts anderes gefordert wird, Sichtbetonklasse SB 2 gemäß Tabelle 1 des DBV Merkblattes „Sichtbeton“ mit allen daraus folgenden Anforderungen.
- (2) Als Schalhaut sind saugende 3-Schichtplatten zu verwenden.
- (3) Ausgetrocknetes Schalmaterial muss in ausreichendem Abstand und mindestens einen Tag vor dem Betonieren gründlich vorgenässt und feucht gehalten werden. Hierbei dürfen bereits fertig gestellte Betonierabschnitte und der noch einzubauende Beton nicht mit durch Rost verfärbtem Wasser verunreinigt werden.
- (4) Neue, unbehandelte Schalungselemente sind vor dem ersten Gebrauch mit Zementschlämme zu behandeln und anschließend zu reinigen.
- (5) Betonkanten sind durch Dreikantleisten mit 15 mm Kantenlänge zu brechen.
- (6) Bei erdberührten oder nicht sichtbar bleibenden Betonflächen ist die Schalung grundsätzlich zu entfernen. Das gilt auch für Schalungen in Hohlräumen.
- (7) Rödeldrähte sind zur Verankerung der Schalung nicht zugelassen.



- (8) Schalungsanker sind bei WU-Bauwerken mit innen liegender Wassersperre aus Stahl oder Guss auszuführen.
- (9) Ankerstäbe, die durchgehende Hohlräume hinterlassen und nachträglich verschlossen werden müssen, dürfen nicht verwendet werden.
- (10) Hüllrohre aus Kunststoff sind für Spannstellen nicht zugelassen.
- (11) Verankerungslöcher sind vollständig mit zementgebundenem Ankerverschlussmörtel so zu schließen, dass auch in diesen Bereichen die geforderten Bauteileigenschaften vorhanden sind. An sichtbar bleibenden Betonflächen sind Farbe und Oberflächenstruktur der Verfüllung denen des Bauteils anzugleichen.
- (12) Verbleibende Ankerteile müssen mindestens 40 mm unter der Betonoberfläche enden.
- (13) Die verwendeten Trennmittel dürfen sich nicht nachteilig auf nachfolgend geplante Schutzsysteme bzw. Farbgestaltungen auswirken. Ansichtsflächen dürfen durch das Trennmittel bzw. dessen biologischen Abbauprodukten in ihrem Aussehen nicht beeinträchtigt werden.
- (14) Damit Bewehrungselemente nicht verunreinigt werden, ist die Schalung mit dem Trennmittel so rechtzeitig zu behandeln, dass bis zum Verlegen der Bewehrung die Filmbildung abgeschlossen ist.
- (15) An den Rändern der Einbauteile sind Vorkehrungen zur Dichtung der Schalung und gegen Beschädigung des Korrosionsschutzes zu treffen.

## **2.8. Abstandhalter**

- (1) Es dürfen nur zementgebundene Abstandhalter verwendet werden.
- (2) Abstandhalter müssen folgende Anforderungen erfüllen:  
DBV -c<sup>1)</sup>- L2/F/T/A, Typ B2 oder C2  
<sup>1)</sup> Verlegemaß der Betondeckung c<sub>v</sub>
- (3) Es sind mindestens 4 Stück Abstandhalter je m<sup>2</sup> einzubauen.
- (4) Die Elementlänge linienförmiger Abstandhalter beträgt max. 350 mm.
- (5) Linienförmige Abstandhalter sind für Decken und Podeste nicht zugelassen.
- (6) Unterstützungen der oberen Bewehrung sind auf der unteren Bewehrung aufzuständern (Typ B).

## **2.9. Einbauteile und Aussparungen**

- (1) Der Bauablauf ist so zu planen, dass Öffnungen, die ein nachträgliches Zubetonieren erfordern, vermieden werden. Falls dies in Ausnahmefällen nicht eingehalten werden kann, ist die Zustimmung des Auftraggebers erforderlich.
- (2) Zur Herstellung von Aussparungsflächen für Einbauteile ist Kapitel 2.10 zu beachten. Das Verfahren ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

- (3) Aussparungen für Einbauteile sind mit Zweitbeton zu verfüllen, wobei ein wasserundurchlässiger Verbund zwischen Erst- und Zweitbeton herzustellen ist. Der Zweitbeton muss mindestens dieselbe Leistungsfähigkeit wie der Erstbeton aufweisen.
- (4) Zwischen Betonoberfläche und Einbauteil ist ein Versatz  $> 3$  mm nicht zulässig.

#### **2.10. Arbeitsfugen**

- (1) Die Ausbildung horizontaler Arbeitsfugen erfolgt bei Wanddicken  $< 30$  cm mit Fugenblechen. Ab einer Wanddicke  $\geq 30$  cm (Regelfall) ist die Dichtigkeit der Arbeitsfuge mit einer sorgfältigen Fugenvorbereitung ohne Verwendung von Einbauteilen gemäß der unter Punkt 9.2 (3) der WU-Richtlinie beschriebenen Maßnahmen zu gewährleisten.
- (2) Vertikale Arbeitsfugen sind bei WU-Bauwerken mit werkseitig hergestellten Abschalementen aus Streckmetallgitter und werkseitig integriertem Fugenblech auszuführen.

#### **2.11. Fugenbänder**

- (1) Innen liegende Fugenbänder sind in ihrer Lage auf die Bewehrungsführung abzustimmen und fachgerecht zu befestigen, dass sie sich auch während des Betonierens nicht verschieben können.
- (2) Auf der Baustelle dürfen nur rechtwinklige, stumpf gestoßene Verbindungen nach den Herstellerrichtlinien ausgeführt werden. Verschneidungen, wie Ecken, T-Stücke und Kreuzungen, sind werkseitig herzustellen.
- (3) Alle Anker und Rippen der Fugenbänder müssen in Anschluss- und Stoßbereichen durchlaufen und fachgerecht sowie wasserdicht gefügt werden.
- (4) Kleber, Klebebänder und ähnliche Hilfsstoffe sind für den Einbau von Fugenbändern unzulässig.
- (5) Elastomer-Fugenbänder sind durch Vulkanisation mit beidseitiger Laschenverstärkung zu verbinden.
- (6) Die Verbindungen sind durch einen Monteur des Fugenbandherstellers auszuführen. Ist dies in Ausnahmefällen, die der Zustimmung des Auftraggebers bedürfen, nicht möglich, muss der Auftragnehmer den Mitarbeiter (Vulkaniseur), der die Verbindungen ausführt, schriftlich benennen. Der Vulkaniseur ist durch den Fugenbandhersteller einzuweisen. Die Einweisung ist dem Auftraggeber schriftlich nachzuweisen und darf nicht länger als 2 Jahre zurückliegen.
- (7) Fugenbänder aus thermoplastischen Kunststoffen sind durch thermisches Schweißen miteinander zu verbinden. Für die schweißtechnische Ausführung sind DIN 1910-3, die Merkblätter des Deutschen Vereins für Schweißtechnik e. V. sowie die Herstellerrichtlinien zu beachten.

- (8) Im Hinblick auf die Vielfalt der eingesetzten Weichmacher muss die Verträglichkeit der zu verbindenden Fugenbänder aus thermoplastischen Kunststoffen unterschiedlichen Typs oder verschiedener Hersteller nachgewiesen sein.
- (9) Vor der Herstellung einer Verbindung hat der Vulkaniseur auf der Baustelle im Beisein des Auftraggebers eine Probeverbindung anzufertigen. Zur Überprüfung der inneren Beschaffenheit ist die Probeverbindung mindestens dreimal parallel in Längsrichtung des Fugenbandes aufzuschneiden. Zeigt die Vulkanisationsstelle eine porige Struktur, Fehlstellen und/oder lassen sich Teile der Bandage ablösen, ist die Verbindung mangelhaft.

#### **2.12. Nachbehandlung**

- (1) Die Anwendung von Nachbehandlungsmitteln bedarf der Zustimmung durch den Auftraggeber. Die Eignung der Nachbehandlungsmittel und ihre Verträglichkeit mit dem Untergrund (Trennmittel) sowie ggf. nachfolgend geplanter Schutzsysteme bzw. Farbgestaltungen müssen vorab nachgewiesen werden.
- (2) Die Nachbehandlung ist so lange aufrecht zu erhalten, bis die Festigkeit der Betonrandzone mindestens 70% der charakteristischen Festigkeit des Betons erreicht hat. Die charakteristische Festigkeit ist vor Ort zerstörungsfrei vom Auftragnehmer nachzuweisen und zu dokumentieren.

### 3. BETON MIT ERHÖHTEM SÄUREWIDERSTAND (SWB)

#### 3.1. Vorbemerkungen

- (1) Falls in den Positionen des Leistungsverzeichnisses Anforderungen an einen erhöhten Säurewiderstand gestellt werden, gelten ergänzend die in diesem Kapitel beschriebenen Anforderungen.

Die zum Einsatz kommenden SWB müssen dazu mindestens die im Abschnitt 3.2 genannten Eigenschaften und Anforderungen erfüllen. Dies gilt insbesondere für die dort genannten Anforderungen an die einzusetzenden Bindemittel, da der Säurewiderstand der SWB u. a. auf dem Konzept der dichtesten Packung des Bindemittels basiert.

- (2) Zur Gewährleistung und Sicherstellung der geforderten Eigenschaften der SWB sind sowohl Erstprüfungen als auch vorlaufende und baubegleitende Maßnahmen zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung auszuführen, die hinsichtlich ihrer Art und ihres Umfangs mindestens den Anforderungen des Kapitels 3.3 dieses Anhangs genügen müssen.
- (3) Bei Verwendung von Betonen mit erhöhtem Säurewiderstand (SWB) ist die Verwendung anderer Zemente als in Kapitel 2.2 beschrieben zugelassen.

#### 3.2. Weitergehende Anforderungen

- (1) Der einzusetzende Beton mit erhöhtem Säurewiderstand (SWB) ist für die Herstellung der Stahlbetonbauwerke in Übereinstimmung mit DIN EN 206-1, DIN 1045-2 und DIN 1045-3 als Beton nach Eigenschaften zu entwerfen, herzustellen, anzuliefern und einzubauen.
- (2) An den SWB werden folgende grundlegende Anforderungen gestellt:

- **C35/45 XC4 XD2 XA3 XF3 WA WU**

*Auf zusätzliche Schutzmaßnahmen entsprechend der Anforderung aus der Expositionsklasse XA3 (DIN EN 206-1/DIN 1045-2, Abschnitt 5.3.2) wird hier aufgrund der besonderen betontechnologischen Maßnahmen explizit verzichtet.*

- Konsistenzklasse: F3/F4
- Obergrenze der Druckfestigkeit (28 d): = 85 N/mm<sup>2</sup>
- Der Zement muss einen hohen Sulfatwiderstand aufweisen (HS-Zement nach DIN 1164-10). Falls der Zement nicht als solcher ausgewiesen ist, muss der Sulfatwiderstand des Bindemittelgemisches nachgewiesen werden (DIBt-Prüfverfahren nach Wittekind)

- (3) Spezielle Anforderungen an den Beton mit erhöhtem Säurewiderstand:

Die gewählten Beton- und Bindemittelzusammensetzungen müssen neben den vorgenannten grundlegenden Anforderungen auch die speziellen Anforderungen der folgenden Tabelle an den Beton erfüllen:

### Prüfkriterien und Grenzwerte für SWB

Prüfzeitpunkt bzw. Prüfbeginn nach 28 Tagen Betonalter. Der Nachweis des Grenzwertes für den Chloridmigrationskoeffizienten kann auch nach 56 Tagen Betonalter erfolgen.

Lagerung der Prüfkörper: 7 Tage Wasser, bis 28. Tag Klimakammer (60% r. L., 20°C).

Messgröße	Grenzwerte für SWB
Säurebeständigkeit Verfahren MPA Berlin Brandenburg <sup>1</sup>	Schädigungstiefe <1,3 mm (Lagerung: 12 Wochen H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; pH 3,5)
Gesamtporosität aus Roh- und Reindichte	< 11 Vol.-%
Kumulatives Porenvolumen < 0,1 mm, (HG-Druckpor.)	< 40 mm <sup>3</sup> /g
Mittlerer Porenradius < 0,1 mm, (HG-Druckpor.)	< 0,1 µm
Chloridmigrationskoeffizient *) Verfahren nach Tang, Schießl <sup>2</sup>	< 1,0 * 10 <sup>-12</sup> mm <sup>2</sup> /s

\*) Aufgrund der Chlorideinwirkung aus dem außen anstehenden Grundwasser (Expositions-klasse XD2)

Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind rechtzeitig vor Betonierbeginn vorzulegen.

### 3.3. Qualitätskontrolle und -sicherung

- (1) Sämtliche Erstprüfungen, Nachweise und Kontrollen, die im Rahmen der nachfolgend dargelegten Maßnahmekataloge zur Qualitätssicherung an die einzusetzenden SWB gestellt und vom Auftragnehmer abverlangt werden, sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.
- (2) Im Rahmen der Erstprüfungen sind alle unter Kapitel 3.2 festgelegten Anforderungen aus DIN EN 206-1/1045-2 und zusätzliche Anforderungen an die Betoneigenschaften des SWB sowie an die Betonausgangsstoffe gestellten Anforderungen nachzuweisen.
- (3) Um die umfangreichen Nachweise vor Betonierbeginn erbringen zu können, ist es unerlässlich die Erstprüfungen mindestens 6 Wochen vor Betonierbeginn durchzuführen.

<sup>1</sup> Hüttl, R.: Flugasche im Beton - Neue Anwendungen. BVK/VGB Fachtagung am 10.04.2008 in Frankfurt; Hillemeier, B.; Buchenau, G.; Herr, R.; Hüttl, R.; Klüßendorf, S.; Schubert, K.: Spezialbetone. Beton-Kalender 2006, Teil 1, S. 521-583, Ernst & Sohn, Berlin 2005

<sup>2</sup> Tang, L.; Nilsson, L.-O.: Chloride Binding Capacity, Penetration and Pore Structures of Blended Cement Pastes with Slag and Fly Ash. London: Elsevier Applied Science, 1991, International Conference on Blended Cements in Construction, held at the University of Sheffield, 9-12 September 1991; Ed.: Swamy, R. N.; Schießl, P., Wiens, U.: Neue Erkenntnisse zum Einfluss von Steinkohlenflugasche auf die chloridinduzierte Korrosion von Stahl in Beton. ibausil Tagungsbericht - Band 1; Hrsg.: F. A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Stark, J.

- (4) Im Rahmen der Erstprüfung sind an den Betonausgangsstoffen die in der DIN EN 206-1/1045-2, Anhang H, Tabelle H.1 angegebenen Eigenschaften als Basiswerte für die spätere Konformitätskontrolle zu bestimmen. Darüber hinaus sind an den eingesetzten Bindemitteln die folgenden Kennwerte zu ermitteln:
- Zement:
    - Korngrößenverteilung mittels Lasergranulometrie (Anforderungen siehe Kapitel 3.2)
    - Chemische Zusammensetzung wichtiger Parameter (Ca, Si, Al, Fe, K, Na, SO<sub>3</sub>, Chlorid, Glühverlust) nach DIN EN 196-2
    - Erstarrungsbeginn und -ende nach DIN EN 196-3
  - Steinkohleflugasche:
    - Korngrößenverteilung mittels Lasergranulometrie (Anforderungen siehe Kapitel 3.2)
    - Chemische Zusammensetzung wichtiger Parameter (Ca, Si, Al, Fe, SO<sub>3</sub>, Chlorid, freier Kalk, Glühverlust)
  - Mikrosilika:
    - Korngrößenverteilung mittels Lasergranulometrie
    - Chemische Zusammensetzung mittels RFA (Ca, Si, Al, Fe, C)
  - Prüfung der Frischbetoneigenschaften:
    - Frischbetontemperatur
    - Konsistenz nach DIN EN 12350-5
    - Ansteifverhalten bis 90 Minuten nach DIN EN 12350-5
    - Frischbetonrohddichte DIN EN 12350-6
    - Luftporengehalt DIN EN 12350-7
  - Prüfung der Festbetoneigenschaften:
    - Festbetonrohddichte an 3 Würfeln mit 15 cm Kantenlänge nach DIN EN 12390-7
    - Druckfestigkeit im Alter von 28d und 91d jeweils an 3 Würfeln mit 15 cm Kantenlänge nach DIN EN 12390-3 (Anforderung siehe Abschnitt 1.2)
    - Spaltzugfestigkeit im Alter von 28d an 3 Würfeln mit 15 cm Kantenlänge nach DIN EN 12390-6
    - Elastizitätsmodul im Alter von 28d an 3 Zylindern mit 15 cm Durchmesser und 30 cm Höhe nach DAfStb Heft 422, 1991
- (5) Zur Qualitätssicherung (QS) ist vorab ein QS-Plan zu erstellen, der mindestens die unten angegebenen Aspekte zu berücksichtigen hat. Der QS-Plan ist dem Auftraggeber spätestens 8 Wochen vor Betonierbeginn zu übergeben.
- (6) Mitarbeitern und Nachunternehmern, die mit der Herstellung und Verarbeitung von SWB beauftragt werden, sind alle Regelungen, die die Qualitätskontrolle und -sicherung betref-

fen, zur Verfügung zu stellen. Die Kenntnisnahme der Regelungen ist von jedem Mitarbeiter durch Unterschrift zu bestätigen. Die zuvor genannten Maßnahmen gelten dabei auch für diejenigen Mitarbeiter und Nachunternehmer, die durch einen möglichen Personal- oder Nachunternehmerwechsel erst zu einem späteren Zeitpunkt mit der Herstellung und Verarbeitung von SWB beauftragt werden.

- (7) Zur Qualitätssicherung ist die Überwachungsklasse 3 nach DIN 1045-3 zu berücksichtigen.
- (8) Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle bei der Herstellung des SWB sowie der Eigenüberwachung auf der Baustelle sind dem Auftraggeber monatlich zur Verfügung zu stellen.
- (9) Die Konformitätskontrolle des SWB sowie die Überwachung bei der Verarbeitung sind gemäß den Regelungen der einschlägigen Vorschriften und dabei insbesondere auf Grundlage der DIN 1045, Teile 2, 3 und 4 durchzuführen. Die Nachweise sind für die jeweiligen Produktions- und Einbauzeiträume dem Auftraggeber zu übergeben.
- (10) Bei Einsatz von SWB ist vorlaufend durch den Bieter grundsätzlich die Verarbeitbarkeit des SWB z. B. Konsistenzprüfungen, Pumpversuche etc. nachzuweisen. Die entsprechende Zertifikate und Prüfzeugnisse sind vor Betonierbeginn vorzulegen.
- (11) Zur Qualitätssicherung des SWB sind neben den Maßnahmen nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2, Tabellen 22 bis 24 die zusätzlichen Kontrollen nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2, Anhang H, in vollem Umfang anzuwenden. Darüber hinaus ist für die Ausgangsstoffe Zement, Flugasche und Silikastaub die Korngrößenverteilung mittels Lasergranulometrie bei jeder Lieferung zu ermitteln und zu protokollieren.
- (12) Durch entsprechend auszuführende Kontrollen muss vor dem Betonierbeginn die einwandfreie Funktion der Mischanlage sichergestellt werden. Regelmäßige Kontrollen der Zement- und Zuschlagswaagen müssen durchgeführt und protokolliert werden. Bei festgestellten Störungen muss die Herstellung eingestellt werden.
- (13) Die Probekörper für die Druckfestigkeitsprüfung des Betons im Alter von 28 Tagen sind sowohl im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle beim Betonhersteller als auch im Rahmen der Identitätsprüfung auf der Baustelle entsprechend der Referenzlagerung nach DIN EN 206 / DIN EN 12390-2 (bis zur Prüfung unter Wasser) zu lagern.
- (14) Zusätzlich zu den bestehenden Forderungen an die Eigenschaften von Fugenbändern und Abstandhalter sind solche Fugenbänder und Abstandhalter zu verwenden, die mindestens den gleichen Säurewiderstand besitzen wie der verwendete Beton (bei Abstandhaltern Prüfkriterien und Grenzwerte gem. Tabelle unter Punkt 3.2). Hierüber ist ein Nachweis zu erbringen.