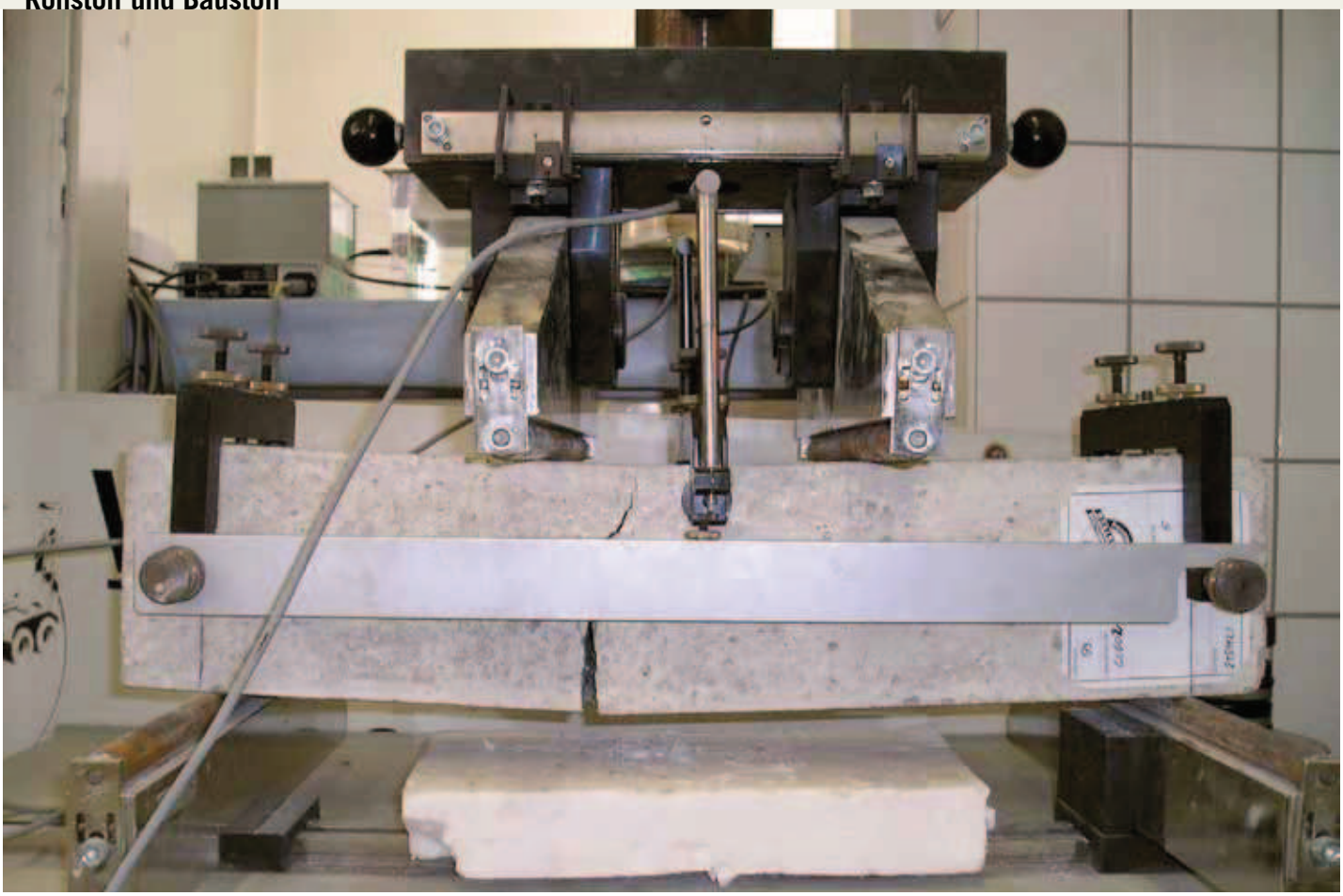


Stahlfaserbeton neu geregelt

Veränderte Anforderungen: Die Richtlinie „Stahlfaserbeton“ /1/ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) hat lange auf sich warten lassen, doch mit der nächsten Bauregelliste im Frühjahr 2011 wird sie bauaufsichtlich eingeführt. Unsere Autorin beschreibt die Neuerungen, auf die sich Betonhersteller und Anwender einstellen müssen.

Die drei Beton-Bestandteile – Gesteinskörnungen, Zement und Wasser - werden heute durch Zusatzmittel und Zusatzstoffe ergänzt. Aus unbewehrtem Beton wird bewehrter Beton, in den Eisen eingelegt wird. Bei einer Reihe von Anwendungen finden auch Stahlfasern Verwendung, wobei die „Stahleinlage“ direkt in den Mischer gegeben werden kann und die Bewehrung mit dem Fahrmischer auf die Baustelle kommt. Auf die vielen Entwicklungen, die es in den letzten Jahrzehnten in der Betontechnik gegeben hat, beziehen sich die neuen Normenwerke für Beton, die DIN 1045ff und die DIN EN 206-1 und die entsprechenden Richtlinien des Betonbaus. Die Zugabe von Zusatzstoffen war in den sechziger Jahren noch unvorstellbar, doch durch die intensive Forschungstätigkeit wurde die Möglichkeit geschaffen, Flugasche zuzugeben.

Zulassungen für Flugasche und Betonzusammensetzung

Zunächst waren dazu allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen sowohl für die Flugasche als auch für die Betonzusammensetzung erforderlich. Heute gehört dies zum Alltag in der Betontechnologie. Eine ähnliche Entwicklung vollzog sich bei den Fasern. Aus den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen ist eine Stoffnorm für Fasern in mehreren Teilen entstanden, die DIN EN 14889ff. In dieser Norm sind in Teil 1 die Stahlfasern geregelt und in Teil 2 die Kunststofffasern. Für den Einsatz von Fasern nach Teil 2 sind in Deutschland noch bauaufsichtliche Zulassungen für die Verwendung im statisch relevanten Bereich erforderlich. Seit der A2–Änderung aus dem Jahre 2007 zur DIN EN 206-1/DIN 1045-2 ist das Zumischen von Stahlfasern nach Teil 1 der

Die Bestimmung der Leistungsklassen erfolgt über die Nachrissbiegezugfestigkeit an mindestens 6 Probekörpern. Foto: Monika Helm

DIN EN 14889 in den Beton möglich, Bemessung und Qualitätssicherung sind nicht geregelt. Für den statisch relevanten Bereich gelten bis zur bauaufsichtlichen Einführung der Stahlfaserbetonrichtlinie die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für die Bauteile. Dies sind bislang 14 Zulassungen -vorrangig für Bodenplatten und Wände.

Auf der Grundlage des DBV-Merkblattes „Stahlfaserbeton“ und den Erfahrungen aus den Zulassungen wurde die DAfStb–Richlinie erarbeitet. Mit der bauaufsichtlichen Einführung, mit der im Frühjahr 2011 gerechnet wird, ist davon auszugehen, dass die Anwendungen steigen werden. Die Änderungen gegenüber der DIN 1045-1, DIN EN 206-1/DIN 1045-2 sowie DIN 1045-3 ist in den entsprechenden Teilen 1 bis 3 der Richtlinie zusammengefasst.

Definition der Betone

Die DIN 1045 und die DIN EN 206-1 unterscheiden zwischen drei Betonen: Beton nach Eigenschaften, Beton nach Zusammensetzung und Standardbeton. Die DIN EN 206-1/DIN 1045-2 definiert diese Betone klar hinsichtlich der Verantwortlichkeiten. Nach der DAfStb–Richtlinie „Stahlfaserbeton“ ist ein „Beton nach Zusammensetzung“ aber ausgeschlossen und ein Standardbeton ist nicht möglich. Dass liegt daran, dass die Anforderungen an einen Stahlfaserbeton mit einem Standardbeton nicht abgedeckt sind, denn die kleinste Druckfestigkeitsklasse, die zum Einsatz kommen kann, ist ein C20/25 und da greift der Standardbeton nicht. Der Stahlfaserbeton ist laut dieser Definition ein Beton nach Eigenschaften, für den die geforderten Eigenschaften und zusätzlichen Anforderungen dem Hersteller gegenüber festgelegt sind. Der Hersteller ist verantwortlich für die Bereitstellung eines Betons, der den geforderten Eigenschaften und den eventuellen zusätzlichen Anforderungen entsprechen muss.

Grundlegende Anforderungen für einen Beton nach Eigenschaften sind nach der DIN EN 206-1/DIN 1045-2:

- Expositionsklasse sowie Feuchtigkeitsklassen
- Druckfestigkeitsklasse
- Größtkorn der Gesteinskörnungen
- Art der Verwendung des Betons oder Klasse des Chloridgehalts
- Konsistenzklasse oder Zielwert der Konsistenz.

Diese Anforderungen sind ausreichend, um die Mehrzahl der Betone eindeutig zu definieren, wobei die Expositionsklasse einschließlich Feuchtigkeitsklasse und die Druckfestigkeitsklasse durch den Planer festzulegen sind. Welche Anforderungen an den Beton nach Eigenschaften zu stellen sind, ergibt sich aus den Umweltbedingungen, denen das Bauwerk ausgesetzt ist. Ergänzt werden diese Festlegungen bei Stahlfaserbeton durch die Leistungsklassen, die die Eigenschaften der Bewehrung beschreiben. Unterschieden wird zwischen der Leistungsklasse L1 (Gebrauchstauglichkeit) bei einer Verformung $delta_{L1}$ = 0,5 mm sowie der Leistungsklasse $delta_{L2}$ (Tragfähigkeit) bei einer Verformung $delta_{L1}$ = 3,5 mm. Beide Leistungsklassen sind immer anzugeben.

Im DBV–Merkblatt wurde diese Eigenschaft mit Faserbetonklassen definiert. Die Faserbetonklassen können nicht direkt mit den Leistungsklassen verglichen werden, da diese nach einem anderen Algorithmus ausgewertet worden sind.

Die Festlegung von einer zu verwendenden Menge von Stahlfasern ist bei Betonen nach der Stahlfaserrichtlinie nicht notwendig. Der Hersteller ermittelt bei der Erstprüfung neben der Zusammensetzung des Betons auch die Menge der Fasern.

Bestellung und Lieferung

Diese Anforderungen bilden auch die Voraussetzungen für eine Bestellung aus technischer Sicht. Das Bauunternehmen bestellt beim Betonlieferanten den Stahlfaserbeton, z. B. mit den folgenden Informationen:

- Expositionsklasse XC2
- Feuchtigkeitsklasse WF
- Druckfestigkeitsklasse C25/30
- Leistungsklasse L1,2/0,9
- Größtkorn 16 mm
- Konsistenzklasse F3.

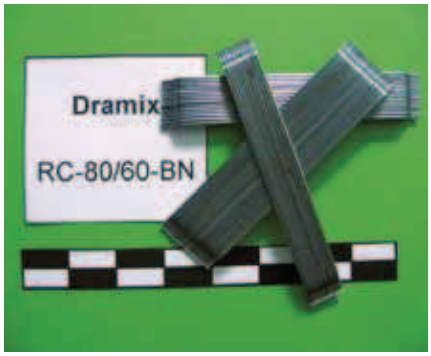
Diese Angaben sind dann auch auf dem Lieferschein neben den allgemeinen auftragsrelevanten Informationen zu finden. Die bestellten Eigenschaftsangaben

werden auf dem Lieferschein durch die Menge und die Art der Faser ergänzt. Unter Art wird der Typ der Faser mit der betreffenden Bezeichnung der Faser verstanden, die vom Hersteller angegeben wird. Der alleinige Bezug auf die Normen DIN EN 14889-1 oder DIN EN 14889-2 ist nicht ausreichend. Die Angaben sind erforderlich, um die Annahmeprüfung auf der Baustelle ausführen zu können.

Prüfungen beim Betonhersteller

Damit der Betonhersteller Stahlfaserbeton nach der DAfStb–Richtlinie anbieten kann, sind Erstprüfungen durchzuführen, um die Eigenschaft der Bewehrung garantieren zu können. Zusätzlich zu den üblichen Betonprüfungen sind im Rahmen der Erstprüfung die Leistungsklassen zu ermitteln. Im ersten Anwendungsjahr der Einführung der Richtlinie ist es noch möglich, die Versuche nach dem DBV–Merkblatt zu nutzen, die dann aber nach den Regeln der Stahlfaserrichtlinie auszuwerten sind. Bei einem Wechsel der Ausgangsstoffe sowie einmal jährlich sind die Erstprüfungen zu wiederholen.

Der Betonhersteller hat aus der Vielzahl, der auf dem Markt angebotenen Stahlfasern, seine speziellen Fasern auszuwählen, um einen optimalen Beton aus seinen Ausgangsstoffen anbieten zu können. Die verwendeten Fasern müssen eine formschlüssige, mechanische Verankerung aufweisen. Nur wenn diese Anforderungen von den Fasern erfüllt werden,



Beispiele für Fasern nach der DAfStb–Richtlinie.

Fotos: Monika Helm

kann ein sehr guter Verbund im Beton hergestellt werden.

Die Bestimmung der Leistungsklassen erfolgt über die Nachrissbiegezugfestigkeit an mindestens 6 Biegebalken mit den Abmessungen 150 mm x 150 mm x 700 mm. Die Prüfungen werden auf einer weggesteuerten Biegezugprüfmaschine durchgeführt. Diese Prüfmethode kann auch als Alternativprüfung für die Abnahmeprüfung auf der Baustelle genutzt werden. Die Betonhersteller werden für die üblichen Anwendungsfälle – beispielsweise Bodenplatten oder Außenwände - die erforderlichen Stahlfaserbetone anbieten. Für Sonderanwendungen sind die Anforderungen dem Betonhersteller mindestens sechs Wochen vor Beginn der Betonierarbeiten mitzuteilen, so dass ausreichend Zeit für die Durchführung einer Erstprüfung möglich ist.

Schnittstelle zum Transportbetonliferanten

Um einen qualitätsgerechten Stahlfaserbeton auf die Baustelle liefern zu können, müssen die Stahlfasern im Werk zugegeben werden. Für die Dosierung der Fasern kommen dabei eine Vielzahl von Geräten und Verfahren zum Einsatz. Der Hersteller hat stichprobenartig Gewichtskontrolle der Gebinde durchzuführen und die Genauigkeit der Dosier- und Vereinzelungsgeräte zu realisieren. Die Anforderungen nach der DAfStb–Richtlinie sind ebenfalls im Handbuch der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK–Handbuch) festzulegen und zu dokumentieren. Die mögliche Variation bzw. Aussteuerung in der Zusammensetzung bei Zement oder Zusatzstoffen von ± 15 kg ist bei Stahlfasern nicht zulässig. Der untere Wert der Grenzabweichung einzelner Prüfergebnisse darf 80 % des festgelegten Wertes nicht unterschreiten. In der DIN 1045-3 und in Teil 3 der Stahlfaserbetonrichtlinie sind die Aufgaben der Baustelle geregelt. Sie ist eine wichtige Schnittstelle zum Transportbetonlieferanten.

Die detaillierte technische Bestellung beim Betonlieferanten ist eine wesentliche Voraussetzung im Hinblick auf die Qualitätssicherung. Die Bestellangaben wurden bereits erläutert.

Bei Stahlfaserbeton nach der DAfStb–Richtlinie kommen nur die Überwachungsklassen 1 und 2 zum Tragen, da die Richtlinie für hochfesten Beton nicht gültig ist. Die Einteilung der Überwachungsklassen wird durch die besondere Eigenschaft der Leistungsklasse bei Stahlfaserbeton ergänzt. Die Überwachungsklasse 1 gilt für alle Stahlfaserbetone einer Leistungsklasse L1 ≤ 1,2. Die Überwachungsklasse 2 ist hingegen für alle Betone mit einer Leistungsklasse L1 > 1,2 zutreffend.

Eine wesentliche Annahmeprüfung ist die Kontrolle des Lieferscheins auf der Baustelle, darüber hinaus sind bei der Annahme von Frischbeton die Temperatur, Rohdichte, Konsistenz und der Fasergehalt zu bestimmen. Für die Fasergehaltsbestimmung stehen zwei Verfahren zur Verfügung - der Auswaschversuch und das induktive Verfahren. Bei Ersterem wird die Frischbetonprobe ausgewaschen und getrocknet. Anschließend werden die Fasern mit einem Magneten herausgezogen und gewogen. Mit dem induktiven Prüfverfahren wird die Frischbetonprobe in einem Magnetfeld in X-, Y- und Z–Richtung geprüft. Im Ergebnis sind auf der Anzeige des Gerätes die Fasermenge und Verteilung der Probe zu sehen. In Untersuchungen beider Verfahren wurde ihre Vergleichbarkeit nachgewiesen.

Die Fasergehaltsbestimmung kann nur auf der Baustelle erfolgen, da für die Probenahme aus dem Betonmischer drei Teilproben entnommen werden müssen. Die Prüfung ist je 300 m³ eines Betons oder alle drei Betoniertage durchzuführen, Gleiches gilt für die Druckfestigkeitsprüfung.

Im Vorfeld einer anstehenden Fasergehaltsprüfung sollte geklärt werden, wer die Prüfung auf der Baustelle ausführt, da der Hersteller auch den Stahlfaserbeton einer Konformitätsprüfung unterziehen muss und im Werk diese Möglichkeit der Bestimmung nicht gegeben ist.

Die drei Teilproben werden aus je einem Drittel der Ladung entnommen. Aus diesen Teilproben wird ein Mittelwert gebildet. Liegt dieser vor, so müssen mindestens 80 % des laut Eigenschaftsverzeichnis festgelegten Wertes des Fasergehaltes festgestellt werden. Bei drei Prüfergebnissen muss der Mittelwert mindestens 85 % des festgelegten Wertes enthalten. Diese beiden Werte stellen die Annahmekriterien für den Stahlfasergehalt für den Einbauer auf der Baustelle dar. Alternativ kann statt einer Fasergehaltsprüfung die Nachrissbiegzugfestigkeitprüfung vorgenommen werden. Dabei müssen mindestens die Leistungsklassen L1 und L2 erreicht werden.

Leistungsklassen festlegen

Da der Stahlfaserbeton nach der DAfStb–Richtlinie von Eigenschaften ausgeht, müssen die Leistungsklassen bereits in der Planungsphase festgelegt werden. Der Betonhersteller erstellt Betone, die diese Eigenschaften abdecken. Die Eigenschaft der Leistungsklasse wird durch den Verwender auf der Baustelle über die Fasermenge angenommen. Alternativ kann die Leistungsklasse jedoch auch direkt über die Nachrissbiegezugfestigkeit bestimmt werden. Der Vorteil der Fasergehaltsbestimmung ist der, dass das Ergebnis direkt vor Betoneinbau vorliegt.

Damit die Bewehrung qualitätsgerecht mit dem Fahrmischer auf der Baustelle eintrifft, ist die Stahlfaserbetonrichtlinie von allen Beteiligten umzusetzen. Im Sinne eines reibungslosen Ablaufs ist Teamwork dabei die beste Lösung. Gänzlich wird der Stahlfaserbeton jedoch nicht den bewehrten Beton verdrängen. Viele Anwendungen werden als Kombination beider Bewehrungsarten ausgeführt werden. Die Varianten für Beton nach Zusammensetzung sind unter Nutzung der Richtlinie nicht mehr möglich. *(Dr.-Ing. Monika Helm)*

bitte anpassen.

Grafik: xx

× SUSA Wegweiser
www.dafstb.de