

Faserorientierung und Leistungsfähigkeit von Faserbeton

Fibre orientation and efficiency of fibre-concrete

Teutsch, Manfred; Empelmann, Martin

Abstract

The influence of the fibre orientation and fibre orientation as well as the post-fracture tensile strength of fibre-concrete was examined by a test series, in which different parameters like the casting direction, the concrete consistency class and the type of fibres as well as the kind of aggregates were varied. The test results were analysed in respect of a reduction factor, which is mainly dependent on the casting direction.

1. Einleitung

In den Regelwerken für Stahlfaserbetonbauwerke werden als Grundlage für die Bemessung Faserbetonklassen bzw. Leistungsklassen zugrunde gelegt. Diese sind abhängig von den zentrischen Nachrisszugfestigkeiten bzw. Nachrissbiegezugfestigkeiten, die mit Hilfe eines standardisierten 4-Punkt-Biegeversuchs ermittelt werden (Bild 1).

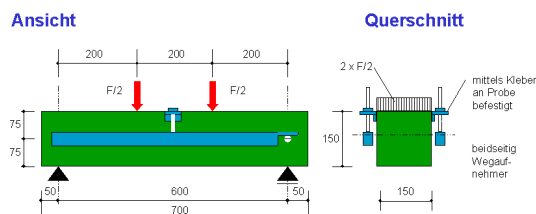


BILD 1 Biegeversuch zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit des Betons

Aus Versuchen und Anwendungen ist bekannt, dass die bei den standardisierten Biegezugbalken vorhandenen Faserverteilungen und -orientierungen, und damit auch die Größe der Nachrissbiegezugfestigkeit, nicht mit den bei Bauteilen festgestellten Faserkonzentrationen übereinstimmen. Als Gründe werden der Herstellungsprozess, die Betonzusammensetzung und die Bauteilgeometrie vermutet.

Am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Fachgebiet Massivbau, der TU Braunschweig wurden experimentelle Untersuchungen zur Faserorientierung und Faserverteilung und zum Einfluss auf die Nachrisszugfestigkeit bzw. Leistungsfähigkeit des Faserbetons durchgeführt.

2. Untersuchungen

Insgesamt wurden 7 Versuchsserien durchgeführt, die den Einfluss der Betonierrichtung und der Konsistenzklasse auf die Faserorientierung und damit auf die Nachrissbiegezugfestigkeit untersuchten. In 4 Versuchsserien wurden Stahlfasern der Firma Bekaert verwendet und in 3 Versuchsserien PP-Makrofasern der Firma Strux. Die Fasermenge betrug 40 kg/m^3 beim Stahlfaserbeton und $7,5 \text{ kg/m}^3$ beim Kunststoffbeton.

Für die Versuchsreihen wurden insgesamt 82 Biegebalken der Festigkeitsklasse C 30/37 mit den Abmessungen $b/h/d = 150 \text{ mm}/150 \text{ mm}/700 \text{ mm}$ hergestellt.

In jeder Versuchsserie wurden sechs Versuchsbalken in konventioneller Weise waagrecht hergestellt und sechs Versuchskörper senkrecht befüllt und jeweils durch Innenrüttler verdichtet (Bild 2).

Die einzelnen Versuchsreihen unterschieden sich neben der Konsistenz (Konsistenzklasse F3 und F6) und der eingesetzten Fasern (Stahl- und Kunststoffaser) auch hinsichtlich der Zuschlagskörnung. Reihe 1, 2, 5 und 6 benutzen eine Splitt 0/16 und Reihe 3, 4 und 7 einen Kies 0/4. In Reihe 7 wurde außerdem ein Stabilisierer zugegeben. Die Konsistenz wurde über die Zugabe eines Betonverflüssigers und eines Fließmittels eingestellt.

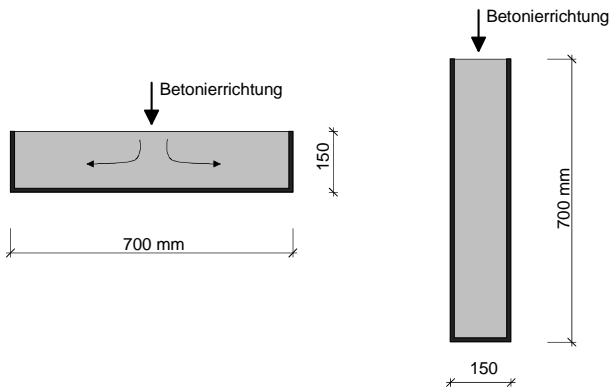


BILD 2 Befüllungsarten der Versuchskörper

3. Ergebnisse

Die Untersuchungen zeigten, dass vor allem die Betonierichtung die Leistungsfähigkeit des Faserbetons stark beeinflusst. Unabhängig von der Konsistenz, der Faserart und der Zuschlagsart zeigten die stehend hergestellten Balken eine verminderte Leistungsfähigkeit im Vergleich zu den liegend hergestellten Prüfkörpern. Dies wird auch aus Bild 3 deutlich in dem die Mittelwerte der Last-Verformungskurven der Serie 1 exemplarisch dargestellt sind. Außerdem ist eine mit einem pauschalen Abminderungsfaktor versehene Kurve für die liegend hergestellten Balken eingetragen. Die Versuchskurven der anderen Serien können /1/ entnommen werden.

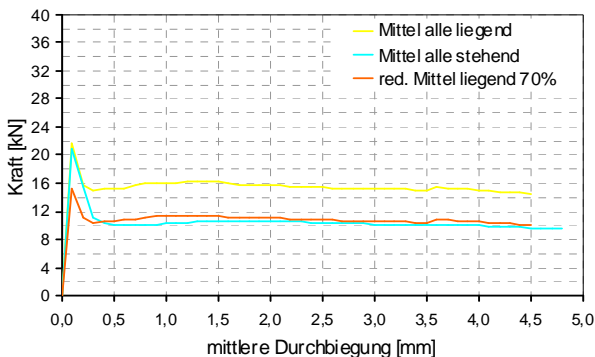


BILD 3 Last-Verformungskurven der Versuchsserie 1

Die Versuchsserien wurden hinsichtlich der Leistungsfähigkeit ausgewertet, wobei in die Auswertung auch eine Versuchsserie der Firma Bögl an Biegezugbalken aus einem selbstverdichtenden Beton einbezogen wurde. Über einen Abminderungsfaktor wurde der Bezug zum standardisierten (liegend betonierten) Versuch hergestellt. Dieser Abminderungsfaktor ist für alle Versuchsreihen in Bild 4 dargestellt und liegt mit Ausnahme der Serie 3 zwischen 0,5 und 0,7. Daneben ist in Bild 4 auch der Vorschlag von Schnütgen/Schulz /2/ eingetragen, der den Reduktionsfaktor in Abhängigkeit von der Konsistenzklasse definiert.

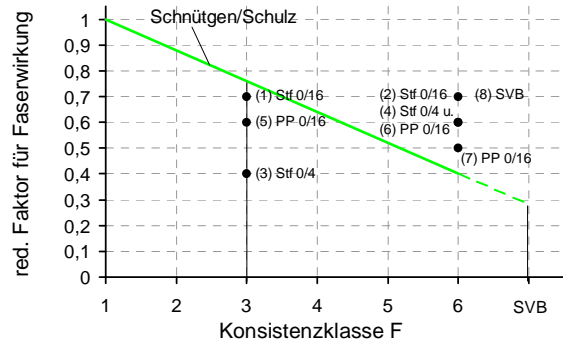


BILD 4 Abhängigkeit des Reduktionsfaktors der Faserwirkung von der Konsistenzklasse

4. Zusammenfassung

Die vorgestellten Untersuchungen zeigen, dass die Nachrissbiegezugfestigkeit der stehend betonierten Stahlfaserbetonbalken der Konsistenzklassen F3 und F6 etwa 60 bis 70% der liegend betonierten Balken betragen. Nur bei Reihe 3 ergab sich eine Abminderung von 40 %. Bei Kunststofffaserbeton ist der Reduktionsfaktor bei den Konsistenzklassen F3 und F6 noch etwas niedriger; zwischen 50 und 60%.

Die Vermutung in /2/, dass der Verhältniswert der Nachrisszugfestigkeiten mit zunehmender Konsistenzklasse abnimmt, konnte durch die Versuche nicht bestätigt werden.

Für die Bemessung von Bauteilen aus Stahlfaser- und Kunststofffaserbeton ist es notwendig, die Faserorientierung zu berücksichtigen. Die Schwierigkeit liegt in einer praxisgerechten Empfehlung auf Basis abgesicherter Versuchswerte. Wie die dargestellten Untersuchungen zeigen, kann eine pauschale Abminderung der Nachrisszugfestigkeiten aufgrund nicht quantifizierbarer Einflüsse – insbesondere oberhalb der Konsistenzklasse F5 (fließfähig) bis zu selbstverdichtenden Betonen (SVB) – zu wirtschaftlich nachteiligen Bemessungsergebnissen führen.

5. Literaturverzeichnis

- /1/ Empelmann, M.; Teutsch, M.: Faserorientierung und Leistungsfähigkeit von Stahlfaser- sowie Kunststofffaserbeton – Versuche zur Auswirkung der Herstellung. Veröffentlichung in Vorbereitung.
- /2/ Schulz, M.; Schnütgen, B.: Erläuterungen zu Festlegungen in der DAfStb Richtlinie „Stahlfaserbeton“. Dokument DAfStb UA SFB N 0169