

Demnächst auch nach DAfStb-Richtlinie

Stahlfaserbeton richtig ausschreiben, bestellen und liefern – was ändert sich durch die neue Richtlinie?

Raymund Böing, Leimen, und Philipp Guirguis, Friedrichsdorf

Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton hat für Juni 2009 die Veröffentlichung der Richtlinie Stahlfaserbeton in Aussicht gestellt. Die Richtlinie klassifiziert die Leistungsfähigkeit dieses Baustoffs durch so genannte Leistungsklassen. Neben dem Stahlfaserbeton nach DBV-Merkblatt (Faserbetonklassen) und dem nach allgemeiner bauaufsichtlicher Bauteilzulassung (erforderliche Nachrissbiegezugfestigkeit, Nachrisszugfestigkeit oder Faserbetonklasse) ergibt sich für einen Stahlfaserbeton nach Eigenschaften mit der Leistungsklasse nach DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“ eine dritte Ausschreibungs-/Bestellvariante. Der Beitrag gibt insbesondere dem Architekten, Tragwerksplaner, Bauunternehmer und Betonhersteller Auskunft über die diesbezüglichen Unterschiede in den verschiedenen Regelwerken. Damit sollen Fehler bei der Ausschreibung bzw. Bestellung dieses Baustoffs vermieden werden. Weiter beschreiben die Ausführungen, wie der Betonbesteller anhand von z.B. Preisliste und Lieferschein erkennen kann, um welchen Stahlfaserbeton es sich handelt und was er von diesem erwarten kann.

1 Einleitung

Beton ist ein seit langem bewährter wirtschaftlicher Baustoff mit einer Reihe vorteilhafter Eigenschaften. Die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten des Betonbaus lassen sich durch den Einsatz von Stahlfasern sinnvoll erweitern. In den Beton eingemischte Stahlfasern (Bild 1) verbessern das Verhal-

ten von Beton und Stahlbeton, indem sie als dreidimensional gleichmäßig verteilte Bewehrung der Rissbildung entgegenwirken und einer zunehmenden Rissaufweitung Widerstand leisten. Die Rissufer sind durch die Stahlfasern miteinander vernadelt. Auch im gerissenen Zustand ist eine Nachrisszugfestigkeit vorhanden.

Stahlfaserbeton ist ein Beton nach DIN 1045 [1], dem zur Verbesserung der Eigenschaften Stahlfasern zugegeben werden. Er wird bereits seit vielen Jahren im Bauwesen angewendet. Trotzdem ist der Baustoff „Stahlfaserbeton“ in Deutschland bisher nicht genormt. In der Regel bedarf er einer bauaufsichtlichen Zulassung oder einer Zustimmung im Einzelfall, wobei das umfassende DBV-Merkblatt „Stahlfaserbeton“, Ausgabe Oktober 2001 [2], zugrunde gelegt wird. In Kürze erscheint die Richtlinie „Stahlfaserbeton“ [3] vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), die eng an die DIN 1045 angelehnt ist, und mit deren Hilfe eine Berechnung und Bemessung von Stahlfaserbeton bzw. stahlfaserverstärkten Stahlbetonbauteilen ermöglicht wird.

Stahlfaserbeton kann heute mittels verschiedener Regelwerke ausgeschrieben und bestellt werden. Das Ziel der Ausführungen besteht darin, Hilfestellung für die Ausschreibung, Bestellung und Lieferungen von Stahlfaserbeton zu geben. Die Randbedingungen der verschiedenen Regelwerke werden aufgezeigt, erläutert und insbesondere die diesbezüglichen Regelungen der neuen DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“ dargelegt.

Die Autoren:

Dipl.-Ing. Raymund Böing studierte Bauingenieurwesen mit der Studienrichtung „Konstruktiver Ingenieurbau“ an der Universität Essen GH. Von 1984 bis 1997 war er Mitarbeiter der Forschung, Entwicklung und Beratung der Heidelberger Zement AG, Leimen, mit den Schwerpunkten Betontechnologie und Bauberatung. In der Zeit von 1998 bis 1999 war er beim Heidelberger Technology Center der Heidelberger Zement AG für die Koordinierung der Bauberatung in Deutschland verantwortlich. Von 2000 bis Juni 2004 war er als Leiter Betontechnologie bei der Heidelberger Beton GmbH Heidelberg tätig. Seit Juli 2004 ist er Leiter Betontechnologie Transportbeton in der Abteilung Entwicklung und Anwendung der HeidelbergCement AG Zentraleuropa West. Beim Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie ist er seit 2000 Leiter der Arbeitsgruppe „Regelwerk für Beton“ und seit 2002 Leiter des Ausschusses „Betontechnologie und Umwelt“. Weiterhin ist er seit 2003 Leiter des „Forschungsbeirats“ der Forschungsgemeinschaft Transportbeton e.V. (FTB).

Dipl.-Ing. (FH) Philipp Guirguis ist technischer Leiter Bauprodukte der Bekaert GmbH in Friedrichsdorf.

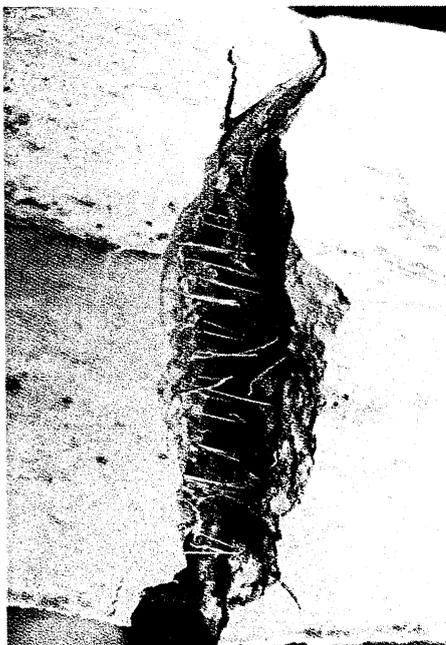


Bild 1: Gebrochener Stahlfaserbetonbalken
Foto: HeidelbergCement AG

2 Geschichtliche Entwicklung des Stahlfaserbetons

Die Idee, Baustoffe, die hohe Druckspannungen, aber lediglich geringe Zugspannungen aufnehmen können, mit Faserzusätzen zu verstärken, ist bereits sehr alt. Schon die Römer gaben ihrem betonähnlichen Baustoff „Opus Caementitium“ Fasern in Form von Stroh und Haaren zu, um Risse zu vermeiden.

Das erste Patent zu faserverstärktem Beton lag im Jahr 1874 in den USA vor. Durch die Zugabe unregelmäßiger Stahlabfälle wurde versucht, den Beton zu verstärken. Obwohl in den folgenden Jahrzehnten in den USA, in Frankreich und Deutschland weitere Patente erschienen, gab es bedingt durch hohe Materialkosten, schlechte Prüfbedingungen und die zur gleichen Zeit einsetzende stürmische Entwicklung des Stahlbetons keine breite technische Anwendung des Verbundwerkstoffs Stahlfaserbeton.

Erst in den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts entwickelte sich infolge der fortschreitenden Formulierung theoretischer Grundsätze der Faserbeton zum ernstzunehmenden Baustoff. In den darauf folgenden ca. 20 Jahren hat er sich auch in Deutschland durchgesetzt. Erste Merkblätter des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins (DBV) zu diesem Thema erschienen 1991 [4] und 1992 [5].

Die ersten bauaufsichtlichen Zulassungen für Stahlfasern erteilte das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBT) in 1997. Hiernach haben die Stahlfasern den Status eines Betonzusatzstoffs und dürfen einem Beton nach DIN 1045 zugegeben werden, wobei die Tragwirkung in diesen Baustoffzulassungen nicht geregelt wird. Für bauaufsichtlich relevante Bauteile war bisher eine so genannte Bauteilzulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall notwendig. Erste bauaufsichtliche Zulassungen für tragende Bauteile aus Stahlfaserbeton erschienen 1998.

Im Oktober 2001 erschien das neue DBV Merkblatt „Stahlfaserbeton“ [2]. Es beschreibt den Stand der Technik in der Bemes-

sung, Herstellung und Verarbeitung von Stahlfaserbeton. Auf Grundlage dieses Merkblatts erarbeitete eine Arbeitsgruppe des DAFStb die Richtlinie „Stahlfaserbeton“ [3].

Das Ergebnis fortschreitender Entwicklung des Stahlfaserbetons spiegelt sich in den heutigen Haupteinsatzgebieten, zu denen im Wesentlichen Industriefußböden (Bild 2), Bodenplatten (Bild 3), Kellerwände und Fundamente im Wohnungsbau sowie Anwendungen im Tunnelbau (z.B. im Spritzbeton, in Tübbings) zählen. Anwendungen im Fertigteilbau und in der Kombination mit Stahlbeton sind in diesem Zuge ebenfalls zu nennen.

3 Bauaufsichtliche Regelungen

3.1 Vorbemerkung

Obwohl Stahlfaserbeton bereits viele Jahre im konstruktiven Ingenieurbau Anwendung findet, besteht in Deutschland bisher keine Norm für die Anwendung dieses Baustoffs. Unabhängig davon liegen für einige Anwendungsgebiete des Stahlfaserbetons (Industriefußböden und Tunnelbau) DBV-Merkblätter [4,5] vor. Die positiven Erfahrungen mit dieser Bauweise waren Grundlage für das in 2001 erschienene DBV-Merkblatt „Stahlfaserbeton“ [2]. Da das DBV-Merkblatt keinen Normencharakter besitzt, ist für bauaufsichtlich relevante Bauteile entweder eine Bauteilzulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich. Der DAFStb hatte daher beschlossen, einen Unterausschuss „Stahlfaserbeton“ mit dem Ziel zu gründen, eine Richtlinie speziell für Stahlfaserbeton zu erarbeiten.

3.2 DBV-Merkblatt „Stahlfaserbeton“

Um dem Stahlfaserbeton ein breiteres Anwendungsgebiet zu erschließen, erarbeitete der DBV auf Grundlage der DIN 1045 das Merkblatt „Stahlfaserbeton“ mit allgemeinen Bemessungsregeln für diesen Baustoff. Das DBV-Merkblatt ersetzt nicht die bauaufsichtlichen Zulassungen bei baurechtlich relevanten Bauteilen, sondern sollen diese unterstützen. Das bis zum Jahre 2001 erar-

beitete DBV Merkblatt „Stahlfaserbeton“ behandelt die Herstellung, Bemessung, konstruktive Durchbildung, Bauausführung, Überwachung und die erforderlichen Prüfungen. Das DBV-Merkblatt nimmt eine Klassifizierung des Stahlfaserbetons in Faserbetonklassen vor. Die Bezeichnungen einer Faserbetonklasse entspricht den Nachrisszugfestigkeiten des Stahlfaserbetons in zwei Verformungsbereichen (z.B. F1,2/1,0). Der erste Wert – Verformungsbereich I –, wird für Nachweise im Grenz-zustand der Gebrauchstauglichkeit herangezogen. Der zweite Wert – Verformungsbereich II – dient für Nachweise im Grenz-zustand der Tragfähigkeit.

3.3 Bauaufsichtliche Zulassungen

Sofern die Tragwirkung von Stahlfaserbeton in bauaufsichtlichen relevanten Bauteilen angesetzt wird, sind für diese Anwendungsbereiche bauaufsichtliche Zulassungen oder Zustimmungen im Einzelfall notwendig. Als Grundlage hierfür wird bisher das DBV-Merkblatt [2] herangezogen (Bild 4). Für Deutschland werden diese Zulassungen vom Deutschen Institut für Bautechnik Berlin ausgestellt und können von dort auch angefordert werden. Zustimmung im Einzelfall erteilt das jeweils zuständige Landesministerium.

Die bauaufsichtliche Zulassung bzw. die Zustimmung im Einzelfall gibt wichtige Informationen über die Belange der Bemessung, der Ausgangsstoffe, der Herstellung, der werkseigenen Produktionskontrolle, der Lieferung, der Abnahme, der Bauausführung und der Prüfungen auf der Baustelle. Ergebnis der Bemessung ist eine erforderliche Leistungsfähigkeit des Stahlfaserbetons, die durch die Angabe der Nachrissbiegezugfestigkeit bzw. der Nachrisszugfestigkeit ausgedrückt wird. Einige Zulassungen sind in Tafel 1 aufgelistet. Eine Bemessung kann auch eine erforderliche Faserbetonklasse zum Ergebnis haben, da diese aus der Nachrisszugfestigkeit des Stahlfaserbetons abgeleitet werden kann.

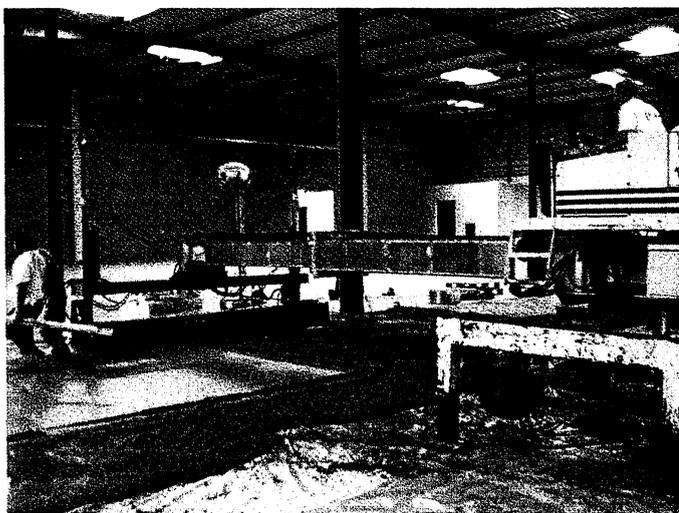


Bild 2: Betonage eines Industriebodens

Foto: Bekaert GmbH

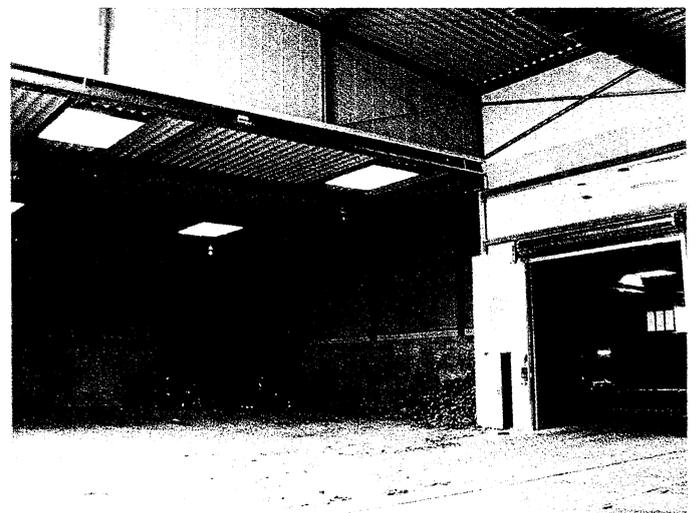


Bild 3: Biomüllkompostanlage, Bodenplatte und Wände ausgeführt in Steelcrete

Foto: Permaton GmbH

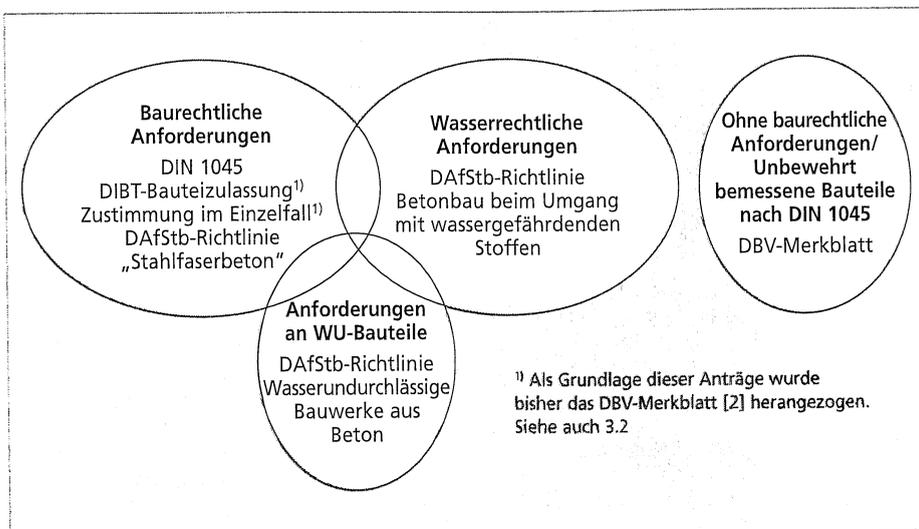


Bild 4: Anwendungsgebiete und baurechtliche Bedingungen

3.4 DAFStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“

Mit Einführung der DAFStb-Richtlinie wird eine breitere Anwendung des Stahlfaserbetons im Bauwesen möglich sein. Baurechtlich relevante Bauteile, die über die Regelungen dieser Richtlinie abgedeckt werden, bedingen nunmehr keiner weiteren Bauteilzulassung bzw. einer Zulassung im Einzelfall.

Die Richtlinie regelt Eigenschaften und Anwendungen des Baustoffs „Stahlfaserbeton“, die nicht durch DIN 1045 bzw. die DAFStb-Richtlinien „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ [6] bzw. „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ [7] abgedeckt sind. In beiden Regelwerken ist der Einsatz von Stahlfaserbeton bereits vorgesehen. Die Richtlinie „Stahlfaserbeton“ ändert und ergänzt die ausgeführten Abschnitte aus DIN 1045 und DIN EN 206-1 [8] für Stahlfaserbeton und fügt teilweise neue Absätze hinzu.

Der Stahlfaserbeton nach DAFStb-Richtlinie wird auf Grundlage der Nachrissbiegezugfestigkeit in Leistungsklassen eingestuft. Die Faserbetonklassen des DBV-Merkblatts basieren hingegen auf Nachrisszugfestigkeiten. Die Bezeichnungen einer Leistungsklasse entsprechen den Nachrissbiegezugfestigkeiten des Stahlfaserbetons in zwei Verformungsbereichen (z.B. L2,0/1,5). Der erste Wert – Verformungsbereich I – wird für Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit herangezogen, der zweite Wert – Verformungsbereich II – dient für Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit. Für Nachweise unter kombinierter Bewehrung mit Stab- oder Mattenstahlbewehrung gelten weitergehende Regelungen gemäß dieser Richtlinie. Bild 4 gibt Auskunft über die baurechtlichen Bedingungen und die sich daraus ergebenden Anwendungsgebiete.

4 Baustoffe

4.1 Stahlfasern

Die Mindestanforderungen an Stahlfasern werden in der harmonisierten europäischen Norm DIN EN 14889-1 [9] geregelt. Sie legt Anforderungen für Stahlfasern für alle Arten

von Beton, Mörtel und Einpressmörtel fest. Für Stahlfasern gibt es zwei verschiedene Systeme der Konformitätsbescheinigung. System „1“ – Stahlfasern für tragende Zwecke und System „3“ – Stahlfasern für sonstige Zwecke. Tragende Zwecke im Sinne dieser Norm heißt, dass die zugegebenen Fasern zur Tragfähigkeit eines Bauteils beitragen. Damit ist in Deutschland für fast alle praktisch relevanten Fälle eine Konformitätsbescheinigung nach System „1“ erforderlich. Um Verwechslungen vorzubeugen, sollten ausschließlich nach System „1“ zertifizierte Stahlfasern mit zugehörigem EG-Konformitätszertifikat verwendet werden. System „1“ Stahlfasern er-

Tafel 1: Stahlfaserbeton-Zulassungen

Zulassungsnummer	Zulassungsgegenstand
Z-71.3-18	Fundamentplatten
Z-71.3-24	
Z-71.3-25	
Z-71.3-26	
Z-71.3-28	
Z-71.3-29	
Z-71.3-36	Kellerwände
Z-71.2-22	
Z-71.2-23	
Z-71.2-30	
Z-71.2-34	Fertigteile
Z-71.3-27	
Z-71.3-31	
Z-71.3-33	
Z-71.3-35	

kennt man deutlich an der im EG-Konformitätszertifikat angegebenen Kennnummer der Zertifizierungsstelle und der Zertifikatsnummer (Bild 5). In [10] wird dieses Thema ausführlich behandelt.

Als geeignet gelten lose Stahlfasern nach DIN EN 14889-1. Geklebte oder in einer Dosierverpackung zugegebene Stahlfasern sind nach DIN EN 14889-1 einsetzbar, wenn zusätzlich die Eignung der Lieferform über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen wird. Die Kennzeichnung von Stahlfasern erfolgt über das CE-Konformitätszeichen und gegebenenfalls einem zusätzlichen Ü-Zeichen. Letzteres trifft z.B. bei

 1234	CE-Konformitätskennzeichnung, bestehend aus dem CE-Zeichen nach der Richtlinie 93/68/EWG
AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050	Kennnummer der Zertifizierungsstelle (sofern erforderlich – System „1“)
06	Name oder Bildzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers
01234-CPD-00234	Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde
Stahlfasern für tragende Zwecke für Mörtel und Beton	Nummer des EG-Konformitätszertifikates (erforderlich für System „1“)
Gruppe I Länge: 50 mm Durchmesser: 1.00 mm Form: verformt Zugfestigkeit: 1 200 N/mm ² Konsistenz mit 20 kg/m ³ Fasern: Vebe-Zeit = 8 s	Beschreibung des Produktes (hier: tragende Zwecke – System „1“ erforderlich)
Einfluss auf die Festigkeit von Beton: 20 kg/m ³ für 1,5 N/mm ² bei einer Rissöffnungsbreite von 0,5 mm und für 1 N/mm ² bei einer Rissöffnungsbreite von 3,5 mm	Angaben über Eigenschaften, für die gesetzliche Bestimmungen gelten

Bild 5: Muster eines Konformitätszertifikats für eine Stahlfaser nach DIN EN 14889-1

geklebten Stahlfasern oder losen Stahlfasern in einer Dosierverpackung zu.

4.2 Stahlfaserbeton

Stahlfaserbeton ist ein Beton nach DIN 1045, dem zum Erreichen bestimmter Eigenschaften Stahlfasern zugegeben werden. Stahlfaserbeton muss grundsätzlich den Anforderungen der DIN EN 206-1/DIN 1045-2 und der DIN 1045-3 [1, 8] genügen.

5 Stahlfaserbeton richtig „ausschreiben“

Ebenso wie bei herkömmlichem Stahlbeton ist eine korrekte Ausschreibung von Stahlfaserbeton von hoher Bedeutung. Die unterschiedlichen Regelwerke machen diese Aufgabe nicht einfach. Die Ausschreibung eines Stahlfaserbetons gleicht im gewissen Maße einer solchen in Stahlbeton. Sind beim Stahlbeton für den Bewehrungsstahl z.B. die Profilierung, Durchmesser und Stahlsorte von Wichtigkeit, so sind dies bei den Drahtfasern die Faserlänge, der Faserdurchmesser, die Verankerung und die Zugfestigkeit. Ähnlich wie Bewehrungsgrade herkömmlicher Bewehrung durch Stabdurchmesser, Stababstände in den jeweiligen Richtungen und Lagen beschrieben werden, dient die Angabe der Faserbetonklasse oder der Leistungsklasse oder der erforderlichen Nachrissbiegezugfestigkeit zur Einordnung der Leistungsfähigkeit des Stahlfaserbetons. Das DBV-Merkblatt [2], die DAfStb-Richtlinie [3] und die Bauteilzulassungen für Stahlfaserbeton beschreiben eindeutige Festlegungen für Ausschreibungstexte. Die nachfolgenden Abschnitte geben hierzu Auskunft.

5.1 Ausschreibung nach DBV-Merkblatt „Stahlfaserbeton“ (Faserbetonklasse)

Das DBV-Merkblatt teilt den Stahlfaserbeton in Faserbetonklassen ein. Der Planer legt bei seiner Bemessung eines Bauteils die Faserbetonklasse fest. Das DBV-Merkblatt gibt Auskunft über die korrekte Ausschreibung eines Stahlfaserbetons. Ein Beispiel hierfür wird nachfolgend gegeben.

Stahlfaserbeton nach DBV-Merkblatt C25/30 F1,0/0,8 XC4, XF1

Expositionsklassen
gemäß DIN 1045

Stahlfaserbeton der Faserbetonklasse
F1,0 für Verformungsbereich I/
Stahlfaserbeton der Faserbetonklasse
F0,8 für Verformungsbereich II

Druckfestigkeitsklasse des Betons nach
DIN EN 206-1/DIN 1045-2

5.2 Ausschreibung nach Bauteilzulassung

Die Bemessung des Stahlfaserbetons gemäß Bauteilzulassung ergibt eine erforderliche Nachrissbiegezugfestigkeit oder Nachrisszugfestigkeit. Die Zulassung ist nur anwendbar für die darin genannten Stahlfasertypen. Die Bauteilzulassung gibt Auskunft über die kor-

rekte Ausschreibung. Ein Beispiel hierfür wird nachfolgend gegeben.

Stahlfaserbeton nach Zulassung Z-71-3-18 C25/30 $f_{eqm,II} = 2,36 \text{ N/mm}^2$

erforderliche Nachriss-
biegezugfestigkeit
des Stahlfaserbetons
im Verformungsbereich
II = $2,36 \text{ N/mm}^2$

Druckfestigkeitsklasse des Betons
nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2

Der Wert der erforderlichen Nachrissbiegezugfestigkeit kann auch über die Regelungen des DBV-Merkblatts [2] oder der DAfStb-Richtlinie [3] als Faserbetonklasse oder Leistungsklasse angegeben werden. Die Klasse wird vom Faserlieferanten auf Wunsch ermittelt und in den Unterlagen zur Bemessung angegeben. Die Ausschreibung kann dann auch analog zu 5.1 bzw. 5.3 erfolgen. Die Angabe der Zulassung ist zwingend erforderlich, denn diese gilt nur in Verbindung mit den dort genannten und zu verwendenden Stahlfasern. Nachfolgend ist ein Beispiel für eine Ausschreibung gegeben:

Stahlfaserbeton nach Zulassung Z-71-3-18 C25/30 F1,0/1,0 XC4, XF1

Expositionsklassen
gemäß DIN 1045-1

Stahlfaserbeton der Faserbetonklasse
F1,0 für Verformungsbereich I/
Stahlfaserbeton der Faserbetonklasse
F1,0 für Verformungsbereich II

Druckfestigkeitsklasse des Betons nach
DIN EN 206-1/DIN 1045-2

5.3 Ausschreibung nach DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“ (Leistungsklassen)

Die DAfStb-Richtlinie teilt den Stahlfaserbeton in Leistungsklassen ein. Der Planer legt bei seiner Bemessung eines Bauteils die Leistungsklasse fest. Die Richtlinie gibt Auskunft über die korrekte Ausschreibung eines Stahlfaserbetons. Ein Beispiel hierfür wird nachfolgend gegeben.

Stahlfaserbeton nach DAfStb-Richtlinie C25/30 L1,8/1,2 XC4, XF1

Expositionsklassen
gemäß DIN 1045

Stahlfaserbeton der Leistungsklasse
L1-1,8 für die Verformung I/
Stahlfaserbeton der Leistungsklasse
L2-1,2 für die Verformung II

Druckfestigkeitsklasse des Betons nach
DIN EN 206-1/DIN 1045-2

6 Bestellung von Stahlfaserbeton (Bauunternehmen)

Die Ausschreibung eines Bauobjekts enthält wichtige Festlegungen für das Bauunternehmen über Konstruktion, Bauteile, gewünschte Ausführung, Umwelteinwirkungen, zu verwendende Baustoffe und zu berücksichtigende Vorschriften.

Die Festlegungen zum Stahlfaserbeton sind in das zu erstellende Angebot an den Auftraggeber aufzunehmen. Der Bauausführende ist u.a. verantwortlich für die Ausführbarkeit/Betonierbarkeit und wird die Festlegungen daher noch um weitere Anforderungen, wie z.B. Größtkorn der Gesteinskörnung, Betonkonsistenz und Festigkeitsentwicklung des Betons ergänzen und diese in seinem Angebot an den Auftraggeber angeben. Für das Teilgewerk Stahlfaserbeton wird der Bauunternehmer mögliche Hersteller zu Angeboten auffordern und ihnen seine Wünsche an das zu liefernde Produkt nennen.

Hierfür gilt es den gewünschten Baustoff und die hieran gestellten Anforderungen ausreichend genau zu beschreiben, damit der Baustofflieferant aus seinem Lieferprogramm das richtige Produkt auswählen und liefern kann. Das Bauunternehmen wird hierzu die notwendigen Angaben aus der Ausschreibung des Bauobjekts um seine ergänzenden Festlegungen vervollständigen und diese dem Baustofflieferanten zur Verfügung stellen.

Welche Informationen mindestens notwendig sind, um das Produkt eindeutig zu beschreiben, geben die Regelwerke vor. Basis sind die Betonnormen DIN EN 206-1/DIN 1045-2. Für Stahlfaserbeton müssen die dort geforderten Angaben zum Baustoff durch stahlfaserbetonspezifische Angaben ergänzt werden. In allen Fällen sind das Bezugsregelwerk anzugeben und entsprechende stahlfaserbetonspezifische Angaben für eine Bestellung zu machen.

6.1 Stahlfaserbeton nach DBV-Merkblatt „Stahlfaserbeton“

Ein Stahlfaserbeton allein nach DBV-Merkblatt darf nur im bauaufsichtlich unrelevanten Bereich zum Einsatz kommen. Ein Anwendungsgebiet ist z.B. ein Industriefußboden, der keine tragende oder aussteifende Funktion übernimmt. Wird Stahlfaserbeton nach DBV-Merkblatt ausgeschrieben bzw. bestellt, dann ist hier die Faserbetonklasse als maßgebliche Eigenschaft zu nennen.

6.2 Stahlfaserbeton nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

Ist ein Stahlfaserbetoneinsatz im bauaufsichtlich relevanten Bereich vorgesehen, so ist für diesen Baustoff eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall notwendig. In der Zulassung bzw. Zustimmung im Einzelfall werden auch Bestimmungen für die Bauausführung gegeben. Aus diesem Grund ist es für den Bauausführenden sehr wichtig, den Inhalt des betreffenden Dokuments zu kennen. Für die Stahlfaserauswahl bzw. die Bestellung von Stahlfaserbeton sind die Hinweise in Abschnitt 5.2 zu beachten.

6.3 Stahlfaserbeton nach DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“

Für den beschriebenen Anwendungsbereich der DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“ ist keine bauaufsichtliche Zulassung mehr notwendig. Die Leistungsfähigkeit des Stahlfaserbetons wird nach der Richtlinie durch die so genannte Leistungsklasse beschrieben.

Die Ausschreibung/Bestellung eines Stahlfaserbetons nach DAfStb-Richtlinie bedarf der in Abschnitt 5.3 beschriebenen Festlegungen bzw. Angaben.

6.4 Stahlfaserbeton mit x kg/m³ einer Faser y von Hersteller z

Auch Stahlfaserbeton kann nach Zusammensetzung bestellt werden. Dem Betonhersteller ist mindestens die gewünschte Menge an Stahlfasern zu nennen. Sinnvoll ist es, die Angaben noch durch den Fasertyp und den Faserhersteller zu ergänzen. Der hiernach gelieferte Stahlfaserbeton darf nicht zur Herstellung von bauaufsichtlich relevanten Bauteilen verwendet werden, weil aus dieser Art Bestellung keine Aussage über seine Leistungsfähigkeit hervorgeht. Hierbei handelt es sich um einen Stahlfaserbeton nach Zusammensetzung. Der Betonhersteller kann in diesem Fall nur für die gewünschte Stahlfaserbetonzusammensetzung gewährleisten.

7 Herstellung und Lieferung (Betonhersteller)

Der Transportbeton-Hersteller ist auf korrekte und vollständige Angaben bzgl. der ge-

wünschten Produkte angewiesen, damit er aus seinem umfangreichen Lieferprogramm das geeignete Produkt anbieten kann. Wenn er alle Stahlfaserbeton-Varianten anbietet, dann wird im Betonverzeichnis zwischen folgenden Stahlfaserbetonen unterschieden:

- A Stahlfaserbeton nach Faserbetonklassen
- B Stahlfaserbeton mit Angabe der Nachrissbiegezugfestigkeit oder Nachrisszugfestigkeit
- C Stahlfaserbeton nach Leistungsklassen
- D Stahlfaserbeton mit x kg Stahlfasertyp y von Faserlieferant z

Nur bei den Stahlfaserbetonen nach A bis C gewährleistet der Hersteller für dessen Leistungsfähigkeit. Die hiermit verbundene Eigenschaft (Faserbetonklasse, Leistungsklasse, Nachrissbiegezugfestigkeit oder Nachrisszugfestigkeit) wird von ihm durch die in der betreffenden Vorschrift geforderten Erstprüfung, Eigen- und Fremdüberwachung sichergestellt. Er ist damit verantwortlich für das Erreichen der gewünschten Leistungsfähigkeit und in diesem Zusammenhang für die Faserauswahl/-menge und die Betonzusammensetzung.

Beim Stahlfaserbeton D gewährleistet der Betonhersteller nur für die Zusammensetzung, d.h. für den gewünschten Fasergehalt und, wenn gefordert, für den Einsatz der gewünschten Stahlfaser.

Zwischen den verschiedenen Stahlfaserbetonen kann im Betonverzeichnis, in der Preisliste, im Angebot, in der Auftragsbestätigung, dem Lieferschein und in der späteren Rech-

nung des Stahlfaserbetonherstellers eindeutig unterschieden werden, weil dort z.B. folgende stahlfaserbetonspezifischen Angaben zu finden sind.

- zu A Stahlfaserbeton nach DBV-Merkblatt F1,2/1,0
- zu B Stahlfaserbeton nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-71.X-YY F1,2/1,0 (oder alternativ die Angabe der geforderten Nachrissbiegezugfestigkeit oder Nachrisszugfestigkeit)
- zu C Stahlfaserbeton nach DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton L1,2/0,9
- zu D Stahlfaserbeton mit 30 kg/m³ Stahlfasern

Der Kunde kann an der Nennung der Faserbeton- bzw. Leistungsklasse (A bis C) oder der Angabe der gewünschten Faser/-menge (D) erkennen, welches Produkt er bekommt und was der Stahlfaserbetonhersteller bzgl. dieses Baustoffs gewährleistet. Tafel 2 zeigt einen Auszug aus einer Transportbetonpreisliste. Der Hersteller bietet Stahlfaserbeton nach Faserbetonklassen und Stahlfaserbeton nach Zusammensetzung an.

8 Umgang mit unvollständigen und/oder nicht eindeutigen Ausschreibungen/Bestellungen

In Tafel 3 werden links verschiedene Beispiele für unkorrekte, unvollständige bzw. uneindeutige Ausschreibungen/Bestellungen von Stahlfaserbetonen gegeben. Bis auf die Druckfestigkeitsklasse wurde hierbei auf Festlegungen

Tafel 2: Auszug aus einer Preisliste eines Transportbetonwerks

Anwendungsbereich/ Bauteilbeispiele	Expositions- Klassen	Faserbetonklasse nach DBV- Merkblatt	Druckfestigkeits- klasse	Konsistenz- klasse	Größtkorn [mm]	Überwachungs- klasse	Festigkeits- entwicklung	Beton-Nr.	Preis €/m ³
--	-------------------------	--	-----------------------------	-----------------------	----------------	-------------------------	-----------------------------	-----------	------------------------

STEELCRETE® mit 25 kg STF/m³, für Anwendungen als konstruktiv bewehrter Beton

Die für den Einsatz tatsächlich erforderliche Fasermenge ermitteln wir über unseren Faserlieferanten kostenlos nach Ihren Angaben.

bewehrte Innenbauteile, Gründungen, Feuchträume	XC1, XC2, XC3		C25/30	F4	32	1	mittel	0.5243.000	
			C25/30	F4	16	1	mittel	0.5242.000	
bewehrte und bewitterte Außenbauteile, Frostangriff, hoher Wassereindring- widerstand (e ≤ 50 mm)	XC4, XF1, XA1, hWe		C25/30	F4	32	2	mittel	0.5343.000	
			C25/30	F4	16	2	mittel	0.5342.000	
bewehrte und bewitterte Außenbauteile, Frost- oder Chloridangriff	XC4, XD1, XF1, XA1		C30/37	F4	32	2	mittel	0.6543.000	
			C30/37	F4	16	2	mittel	0.6542.000	

STEELCRETE® nach Faserbetonklassen, für Anwendungen nach DBV-Merkblatt „Stahlfaserbeton“¹⁾

Für Bauteile mit tragender Funktion ist eine Zustimmung im Einzelfall oder eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich.

bewehrte Innenbauteile, Gründungen, Feuchträume	XC1, XC2, XC3	F0,6/0,4	C20/25	F4	16	1	mittel	0.4242.000	
		F0,8/0,6	C20/25	F4	16	1	mittel	0.4242.000	
		F1,0/0,8	C20/25	F4	16	1	mittel	0.4242.000	
bewehrte und bewitterte Außenbauteile, Frostangriff, hoher Wassereindring- widerstand (e ≤ 50 mm)	XC4, XF1, XA1, hWe	F0,6/0,4	C25/30	F4	16	2	mittel	0.5342.000	
		F0,8/0,6	C25/30	F4	16	2	mittel	0.5342.000	
		F1,0/0,8	C25/30	F4	16	2	mittel	0.5342.000	
bewehrte und bewitterte Außenbauteile, Frost- oder Chloridangriff	XC4, XD1, XF1, XA1	F0,6/0,4	C30/37	F4	16	2	mittel	0.6542.000	
		F0,8/0,6	C30/37	F4	16	2	mittel	0.6542.000	
		F1,0/0,8	C30/37	F4	16	2	mittel	0.6542.000	

¹⁾ auch geeignet für Stahlfaserbeton gemäß allgemein bauaufsichtlichen Zulassungen Z-71.X-YY und Z-71.W-ZZ

Tafel 3: Beispiele unkorrekter, unvollständiger bzw. uneindeutiger Ausschreibungen bzw. Bestellungen und deren möglichen Lösungen

Nr.	unkorrekte, unvollständige bzw. uneindeutige Ausschreibungen bzw. Bestellungen	mögliche Lösungen für korrekte, vollständige und eindeutige Ausschreibungen			
		Stahlfaserbeton nach DBV-Merkblatt	Stahlfaserbeton nach Zulassung Z-71.X-YY	Stahlfaserbeton nach DAfStb-Richtlinie	Stahlfaserbeton nach Zusammensetzung
1	Stahlfaserbeton C25/30 DBV-Merkblatt 25 kg/m ³ Stahlfasern	Stahlfaserbeton C25/30 DBV-Merkblatt F0,8/0,6			Stahlfaserbeton C25/30 25 kg/m ³ Stahlfasern
2	Stahlfaserbeton C25/30 F1,2/1,0	Stahlfaserbeton C25/30 DBV-Merkblatt F1,2/1,0	Stahlfaserbeton C25/30 Z-71-3-18 F1,2/1,0 ¹⁾		
3	Stahlfaserbeton C25/30 F1,4/1,2 30 kg/m ³ Stahlfasern	Stahlfaserbeton C25/30 DBV-Merkblatt F1,4/1,2	Stahlfaserbeton C25/30 Z-71-3-18 F1,4/1,2 ¹⁾		Stahlfaserbeton C25/30 30 kg/m ³ Stahlfasern
4	Stahlfaserbeton C25/30 Z-71-3-18 ¹⁾		Stahlfaserbeton C25/30 Z-71-3-18 F1,2/1,0 ¹⁾		
5	Stahlfaserbeton C25/30 Z-71-3-18 ¹⁾ 30 kg/m ³ Stahlfasern		Stahlfaserbeton C25/30 Z-71-3-18 F1,2/1,0 ¹⁾		Stahlfaserbeton C25/30 30 kg/m ³ Stahlfasern
6	Stahlfaserbeton C25/30 L1,6/1,2			Stahlfaserbeton C25/30 DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton L1,6/1,2	
7	Stahlfaserbeton C25/30 L1,6/1,2 30 kg/m ³ Stahlfasern			Stahlfaserbeton C25/30 DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton L1,6/1,2	Stahlfaserbeton C25/30 30 kg/m ³ Stahlfasern

¹⁾ die erforderliche Nachrissbiegezugfestigkeit wurde in eine Faserbetonklasse umgerechnet

nach DIN 1045-2 verzichtet und nur für Stahlfaserbeton ergänzende Festlegungen geben. Rechts werden geordnet nach Stahlfaserbeton nach Eigenschaften (DBV-Merkblatt, Zulassung, DAfStb-Richtlinie) und Stahlfaserbeton nach Zusammensetzung mögliche Ausschreibungstexte aufgeführt.

Die Angaben in Tafel 3 machen den notwendigen Klärungsbedarf deutlich. Mit Ausnahme von Nr. 4 und Nr. 6 führen die restlichen Ausschreibungen/Bestellungen zu mehreren Lösungen. Welche der Festlegungen richtig sind, muss daher in einem klärenden Gespräch zwischen den Beteiligten festgestellt werden.

In den meisten Festlegungen fehlt die Angabe der maßgebenden Vorschrift. Wird ein Stahlfaserbeton nach DBV-Merkblatt, Zulassung oder Richtlinie ausgeschrieben/bestellt, dann ist eine Fasermenge nicht anzugeben. In diesem Fall ist die Leistungsfähigkeit des Stahlfaserbetons von Bedeutung, die durch Angabe der Faserbeton- oder Leistungsklasse oder erforderliche Nachrissbiegezugfestigkeit zum Ausdruck kommt.

Bei vier der in Tafel 3 dargestellten Ausschreibungen/Bestellungen könnte es sich auch um einen Stahlfaserbeton nach Zusammensetzung handeln. Die Nennung des Fasergehalts lässt dies vermuten. In diesem Fall sind Angaben zum geltenden Regelwerk und zur Leistungsfähigkeit des Stahlfaserbetons, wie z.B. Faserbeton- oder Leistungsklasse, nicht zulässig.

Die in Tafel 3 dargestellten Lösungen für den Stahlfaserbeton nach Zusammensetzung führen zu einem Stahlfaserbeton mit einer beliebigen Stahlfaser. Dies muss dem für die Ausschreibung/Bestellung Verantwortlichen bewusst sein. Wenn gewünscht, dann sind zusätzlich noch Festlegungen zur Stahlfaser zu nennen.

9 Zusammenfassung

Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton hat für Juni 2009 die Richtlinie Stahlfaserbeton in Aussicht gestellt. Die Richtlinie klassifiziert die Leistungsfähigkeit dieses Baustoffs durch so genannte Leistungsklassen. Neben dem Stahlfaserbeton nach DBV-Merkblatt (Faserbetonklassen) und dem nach allgemeiner bauaufsichtlicher Bauteilzulassung (erforderliche Nachrissbiegezugfestigkeit, Nachrisszugfestigkeit oder Faserbetonklasse) ergibt sich für einen Stahlfaserbeton nach Eigenschaften mit der Leistungsklasse nach DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“ eine dritte Ausschreibungs-/Bestellvariante.

Der Beitrag gibt insbesondere dem Architekten, Tragwerksplaner, Bauunternehmer und Betonhersteller Auskunft über die diesbezüglichen Unterschiede in den verschiedenen Regelwerken. Damit sollen Fehler bei der Ausschreibung bzw. Bestellung dieses Baustoffs vermieden werden. Weiter beschreiben die Ausführungen, wie der Betonbesteller anhand von z.B. Preisliste und Lieferschein erkennen kann, um welchen Stahlfaserbeton es sich handelt und was er von diesem erwarten kann.

Unkorrekte, unvollständige bzw. nicht eindeutige Ausschreibungen/Bestellungen werden anhand von Beispielen aufgezeigt und die möglichen Lösungen beschrieben. Es wird deutlich, wie wichtig fehlerfreie, vollständige und eindeutige Festlegungen durch den Auftraggeber sind, damit am Ende auch das Produkt in der geforderten Leistungsfähigkeit wie vorgesehen zum Einsatz kommt. Eine einwandfrei durchlässige Informationskette vom Architekten bis zum Betonhersteller ist für die erfolgreiche Umsetzung einer Bauaufgabe wichtig.

10 Schlussbemerkung

Eine deutliche Vereinfachung unterschiedlicher Regelungen würde sich ergeben, wenn zukünftige Zulassungen/Zustimmungen im Einzelfall in Anlehnung an die DAfStb-Richtlinie erfolgen würden und damit z.B. hiernach auch ein solcher Stahlfaserbeton direkt nach Leistungsklassen ausgeschrieben werden könnte. Es wäre ebenso sinnvoll, die Gliederung von Zulassungen an die Richtlinie anzupassen. Beides würde die Ausschreibung, Bestellung und Lieferung von Stahlfaserbeton wesentlich vereinfachen und helfen, Fehler zu vermeiden.

Literatur

- [1] DIN 1045 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton“
Teil 1: Bemessung und Konstruktion (08/08)
Teil 2: Beton-Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität (08/08)
Teil 3: Bauausführung (08/08)
Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und Konformität von Fertigteilen (08/08)
- [2] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein: Merkblatt „Stahlfaserbeton“ (10/01)
- [3] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Richtlinie „Stahlfaserbeton“ (erscheint in Kürze)
- [4] Deutscher Beton-Verein: Merkblatt „Grundlagen zur Bemessung von Industriefußböden aus Stahlfaserbeton“ (96)
- [5] Deutscher Beton-Verein: Merkblatt „Bemessungsgrundlagen für Stahlfaserbeton im Tunnelbau“ (96)
- [6] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ (10/04)
- [7] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (11/03)
- [8] DIN EN 206-1 „Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“ (07/01)
- [9] DIN EN 14889-1 „Fasern für Beton – Teil 1: Stahlfasern – Begriffe, Festlegungen und Konformität“ (11/06)
- [10] Vitt, G.: CE-Kennzeichnung für Stahlfasern verbindlich. beton 58 (2008) H. 12, S.558-559
- [11] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik für Fa. Bekaert, Fundamentplatten aus Stahlfaserbeton für den Wohnungsbau, Zulassungsnummer Z-71.3-18