

ANWENDUNG VON FASERN – NORMEN UND RICHTLINIEN

Dipl.-Ing. Markus SCHULZ

Leiter Forschung und Entwicklung, KrampeHarex FIBRIN, Hamm

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 caementicium“ Fasern in Form von Strohhalmen und Haaren zu, um Risse zu vermeiden. Das erste Patent meldete A. Berard 1874 in den USA an, indem er Beton durch die Zugabe von Stahlabfällen verstärken wollte. Im Laufe der Jahre wurden zahlreiche Patente auf diesem Gebiet angemeldet, die immer mehr dem heutigen Stahlfaserbeton bzw. den heutigen Stahlfasern entsprachen. Ein wesentliches Problem beim Einsatz von Faserbeton war bzw. ist die teilweise fehlende Normung und Regelung des Baustoffs, dessen Bemessung und Anwendung. In Europa sind 2007 neue Normen veröffentlicht worden, die zumindest die reinen Fasern regeln und für die Zukunft eine in Europa einheitliche CE-Kennzeichnung ermöglichen.

- EN 14889-1:2006 Fasern für Beton – Teil 1: Stahlfasern – Begriffe, Festlegungen und Konformität
- EN 14889-2:2006 Fasern für Beton – Teil 2: Polymerfasern – Begriffe, Festlegungen und Konformität
- EN 14845-2:2006 Prüfverfahren für Fasern im Beton – Teil 2: Einfluss auf den Beton
- EN 14845-1:2006 Prüfverfahren für Fasern im Beton – Teil 1: Referenzbetone (beim ersten Formal Vote durchgefallen)

In den ersten beiden Normen werden Stahlfasern bzw. Polypropylenfasern geregelt, die Norm EN 14845-2:2006 gibt ein Prüfverfahren zur Ermittlung der residuellen Biegezugfestigkeit an, die EN 14845-1:2006 soll den für die Prüfung einzusetzenden Beton regeln.

Auf Grundlage dieser Normen ist bzw. wird in Europa zwar eine einheitliche Normung für Stahl- und Polypropylenfasern vorhanden sein, allerdings sind damit die Anwendung und die Bemessung noch nicht geregelt. Hier gibt es zwar einige Anwendungsnormen, in denen Fasern bereits erfasst sind, wie zum Beispiel:

- EN 14487-1:2005 Spritzbeton – Teil 1: Begriffe, Festlegungen und Konformität
- EN 14488-7:2006 Prüfung von Spritzbeton – Teil 7: Fasergehalt von faserverstärktem Beton
- EN 1916:2003 Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton

Im Wesentlichen wird derzeit jedoch auf nationale Richtlinien und Merkblätter zurückgegriffen. In Österreich erschien bereits im März 2002 die Richtlinie „Faserbeton“ der Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik, die momentan überarbeitet wird und noch in diesem Jahr als Gründruck erscheinen soll.

Faserbetonklassen T gemäß Richtlinie Faserbeton

T-Klasse	Tragsicherheit	Gebrauchstauglichkeit	TG-Klasse
T-Sonderklasse	5,00	5,00	TG-Sonderklasse
T 5	3,50	3,75	TG 5
T 4	2,75	3,10	TG 4
T 3	2,00	2,40	TG 3
T 2	1,25	1,70	TG 2
T 1	0,50	0,75	TG 1

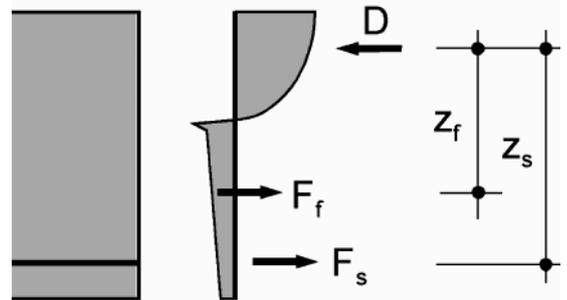
Bei den maßgebenden Richtlinien und Merkblättern für Stahlfaserbeton wird die äquivalente Biegezugfestigkeit bzw. die Nachrisszugfestigkeit des Stahlfaserbetons in Klassen eingeteilt, um den Baustoff nach seiner wesentlichen Eigenschaft zu klassifizieren, ähnlich den üblichen Druckfestigkeitsklassen.

Die aus der äquivalenten Biegezugfestigkeit abgeleitete Nachrisszugfestigkeit ist für die Bemessung, sowohl im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit als auch im Grenzzustand der Tragfähigkeit, ansetzbar.

Stahlfasern sind dabei in der Lage, Zugkräfte im gerissenen Beton von Rissufer zu Rissufer zu übertragen, sodass ein sprödes Versagen des Bauteils vermieden werden kann.

Wurde der spröde Baustoff Beton bisher im Wesentlichen durch seine Druckfestigkeit charakterisiert, wird nun das bekannte Parabel-Rechteckdiagramm für die Verteilung von Druckspannungen im Beton um einen Zugkraftanteil ergänzt.

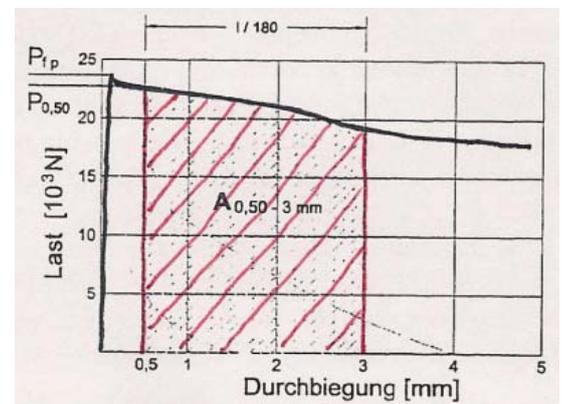
Das veränderte Tragverhalten von Stahlfaserbetonen wird bei verformungsgesteuerten Versuchen an Biegebalken deutlich. Während ein Beton ohne Stahlfasern nach dem Erstriss spröde versagt, zeichnet sich der Stahlfaserbeton je nach Faserart und Dosierung durch ein ausgeprägtes Tragverhalten nach der Rissbildung aus.



Spannungs-Dehnungs-Beziehung



Versuchsaufbau

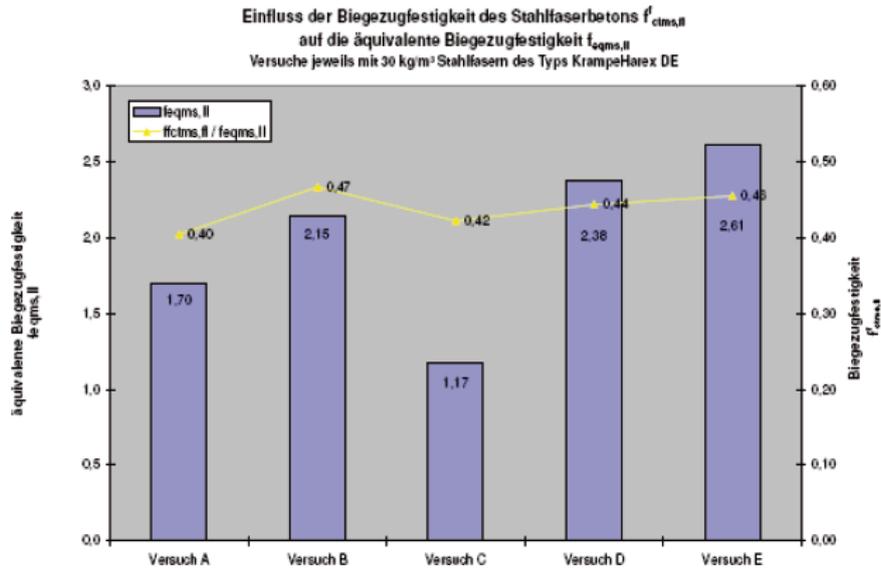


Auswertung gemäß Richtlinie Faserbeton

Die Wirksamkeit von Stahlfasern ist von der Schlankheit (Länge-Durchmesser), der Verankerung der Faser und der Zugfestigkeit abhängig. Prinzipiell gilt: Je länger und dünner Stahlfasern sind, desto bessere Ergebnisse erzielen sie. Begrenzt wird dies durch die Mischbarkeit der Fasern und die Verarbeitbarkeit des Faserbetons. Mit steigendem l-d-Verhältnis werden spezielle Dosier- und Vereinzelanlagen für eine kontinuierliche Produktion notwendig. Hier besteht die Möglichkeit, die Fasern mittels eines Einblasgerätes oder aber einer Dosieranlage mit automatischer Verwiegung zu dosieren.

Stahlfasern sind allerdings nur ein Baustein des Stahlfaserbetons. Die gleiche Dosierung einer identischen Faser führt bei unterschiedlichen Betonzusammensetzungen zu vollkommen anderen Ergebnissen. Betrachtet man zum Beispiel die Ergebnisse einer Fasertypen DE 50/1,0 N (50 mm lang und 1,0 mm im Durchmesser) als „Absolut-Werte“, so stellt man fest, dass teilweise mit gleicher Dosierung doppelt so hohe Werte erzielt wurden. Stellt man die Ergebnisse nun in Prozent der Biegezugfestigkeit dar, so wird deutlich, dass die verwendeten Betone vollkommen unterschiedliche Biegezugfestigkeiten hatten und die reine Faserwirkung in Prozent der Biegezugfestigkeit dargestellt immer ungefähr gleich bei 40-47 % lagen.

Um einen wirksamen Stahlfaserbeton herzustellen, ist daher eine angepasste Rezeptur notwendig. Auch die Zugfestigkeit der Stahlfaser muss in jedem Fall auf die Betongüte abgestimmt sein. Um ein ausgeprägtes duktileres Materialverhalten zu bewirken, müssen die Endhaken der Stahlfasern langsam aufgebogen und herausgezogen werden. Normal feste Stahlfasern in einem hochfesten Beton führen dazu, dass Fasern, anstatt langsam ausgezogen zu werden, reißen und somit kein gleichmäßig duktileres Materialverhalten erzielt wird, sondern die Last-Verformungskurve treppenartig verläuft. Beim Einsatz von hochfesten Fasern in einem Beton mit niedriger Güte würden die Fasern mit Endhaken aus der Betonmatrix herausbrechen.



Einfluss Beton

Aufgrund des Materialverhaltens kann Stahlfaserbeton für die Bemessung geeigneter Bauteile herangezogen werden. Besonders eignen sich hochgradig statisch unbestimmte Systeme mit der Möglichkeit der Umlagerung. Um Schäden zu vermeiden, sind konstruktive Aspekte, wie zum Beispiel das Vermeiden von zentrischem Zwang, zu berücksichtigen.

> Deutschlands Nr. 1 bei Stahlfasern: www.krampeharex.com



Kleine Helden ...

... ersetzen konventionelle Bewehrungen mühelos.

KrampeHarex®-Stahlfasern und KrampeFibrin®-Kunststofffasern ersetzen konventionelle Bewehrungen und erhöhen den Brandschutz.

- + Schneller:** bis zu 2,5-mal schneller
- + Besser:** dauerhaft und sicher
- + Günstiger:** geringere Material- und Lohnkosten



KrampeHarex® GmbH & Co. KG · 59075 Hamm · Phone +49 (0) 23 81. 977 977 · Fax +49 (0) 23 81. 977 955 · info@krampeharex.com · www.krampeharex.com