

# Stahlfaserbeton, ein Ersatz für konventionell bewehrten Beton?

*Stahlfaserbeton ist ein moderner Verbundwerkstoff, der sich allgemein durch hohe Zähigkeit und geringe Rissneigung auszeichnet. Bei der Herstellung von Stahlfaserbeton kommen Stahlfasern mit unterschiedlichen geometrischen Formen und Oberflächeneigenschaften zum Einsatz, um dem Beton auf den Anwendungsbereich abgestimmte Eigenschaften zu verleihen. Stahlfaserbeton wird für die Herstellung konstruktiv bewehrter Bauteile verwendet.*

**S**tahlfaserbeton ist ein Verbundbaustoff aus Beton, dem zur Erzielung bestimmter Fertigbetoneigenschaften Stahlfasern zugegeben werden. Neben Stahlfaserbeton werden noch Faserbetone mit Kunststoff- oder Glasfasern hergestellt. Der Stahlfaserbeton wird seit über 20 Jahren hauptsächlich im Fertigteilbau eingesetzt. In den letzten zehn Jahren wurden auch zunehmend verschiedenste Bauteile in Ortbeton mit Stahlfaserzugabe ausgeführt.

Die Bewehrung kommt dabei quasi aus dem Transportbetonwagen.

Die Hauptargumente für den Einsatz von Stahlfaserbeton sind neben der Zeit- und Kostenersparnis durch den Wegfall von Verlegezeiten für die Bewehrung die verbesserten Eigenschaften, die durch den Einsatz der Stahlfasern erreicht werden, wie etwa:

- Verbesserung des Verschleißwiderstandes
  - Verbesserung des Schwindverhaltens
  - Erhöhung des Risswiderstands und Hemmung des Rissfortschritts im Bereich der Mikrorissbildung
  - Erhöhung der Schlagfestigkeit
- Sie unterscheiden sich voneinander durch ihre Form und Materialeigenschaften, die auch ihre Einsatzmöglichkeiten im Wesentlichen bestimmen:

- *gefräste oder gestanzte Fasern* besitzen eine große Oberfläche und eine hohe Stückzahl pro kg. Diese Fasertypen sind meist um die 30 mm lang und rund 0,4 mm dick. Sie werden hauptsächlich für die Erhöhung der Rissicherheit (Schwindrissreduzierung) im ungerissenen Beton (Zustand I) verwendet.
- *Drahtfasern* werden aus kalt gezogenen Drähten verschiedener Werkstoffgüte und Faserformen hergestellt. Die Fasern werden in Längen zwischen 12 mm und 70 mm und mit Durchmesser von 0,15 mm bis 1,20 mm hergestellt. Stahlfasern in Wellenform oder mit Endverankerungen verbessern die Eigenschaften des Fertigbetons im gerissenen Zustand (Zustand II).
- *Blechfasern* werden aus kalt gewalztem Stahlblech hergestellt. Die Faserlängen betragen 12 mm bis 50 mm. Durch das Aufbringen einer Prägung wird der Verbund zwischen Fasern und Beton verbessert, so-

dass die sich Rissicherheit erhöht. Die Übertragung der Zugspannungen im gerissenen Beton ist im Vergleich zu Drahtfasern jedoch gering.

- *Edelstahlfasern* werden sowohl aus Stahldraht als auch aus Stahlblech hergestellt. Sie werden aufgrund ihrer hohen Korrosionsbeständigkeit beispielsweise zur Herstellung von Außenbauteilen verwendet. Stahlfasern benötigen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik. Maßgebend für die Gestaltung und Konstruktion von Bauteilen aus Beton ist die DIN1045. Für den Umgang mit Stahlfaserbeton sind als Ergänzung dazu folgende Regelwerke vorhanden:

- Merkblätter des DBV
  - Richtlinie des DAfStb „Stahlfaserbeton“
- Der Mindestfasergehalt ist in der Zulassung des jeweiligen Fasertyps angegeben. Allgemein liegt der Fasergehalt bei Stahlfaserbetonbauteilen zwischen 20 und 80 kg/m<sup>3</sup>. Die Verarbeitungsfähigkeit nimmt ab einem Fasergehalt von 50 kg/m<sup>3</sup> spürbar ab. Die Obergrenze liegt aus fertigungstechnischen Gründen und je nach Faserart bei etwa 100 bis 150 kg/m<sup>3</sup>. Betone mit höherem Stahlfasergehalt lassen sich nicht mehr mischen sowie ordnungsgemäß einbauen und verdichten.

## Herstellung und Anwendungsbereiche

Die Stahlfasern werden dem Beton in der Mischerstation während der Herstellung oder im Fahrmischer zudosiert. Die Einbaukonsistenz wird nach der Faserzugabe mit Fließmittel eingestellt. Stahlfaserbeton ist bis zu einem Fasergehalt von 40 kg/m<sup>3</sup> bei entsprechender Konsistenz wie Normalbeton pumpfähig.

Bei der Herstellung von Hallenböden kann der Einbau des Betons in einem Arbeitsgang erfolgen, da keine Mattenbewehrung verlegt werden muss.

Bauteile aus Stahlfaserbeton können wie Normalbeton in bewitterter oder korrosiver Umgebung eingesetzt werden.

Die Korrosion der Stahlfasern im Beton findet dabei bis in eine Tiefe von etwa 4 mm und bei Angriff durch Chloride bis in eine

Dipl.-Ing. Hans-Nikolaus Meiforth ist für die Landwirtschaftskammer Hannover, Johannsenstr. 10, 30159 Hannover, im Referat Bauen und Technik als Berater tätig; e-mail: [Meiforth.Hans@Lawikhan.de](mailto:Meiforth.Hans@Lawikhan.de)

## Schlüsselwörter

Stahlfaserbeton; Betonbewehrung, Bauteilfestigkeit

## Keywords

Steel-fiber reinforced concrete, concrete reinforcement, constructional element part strength

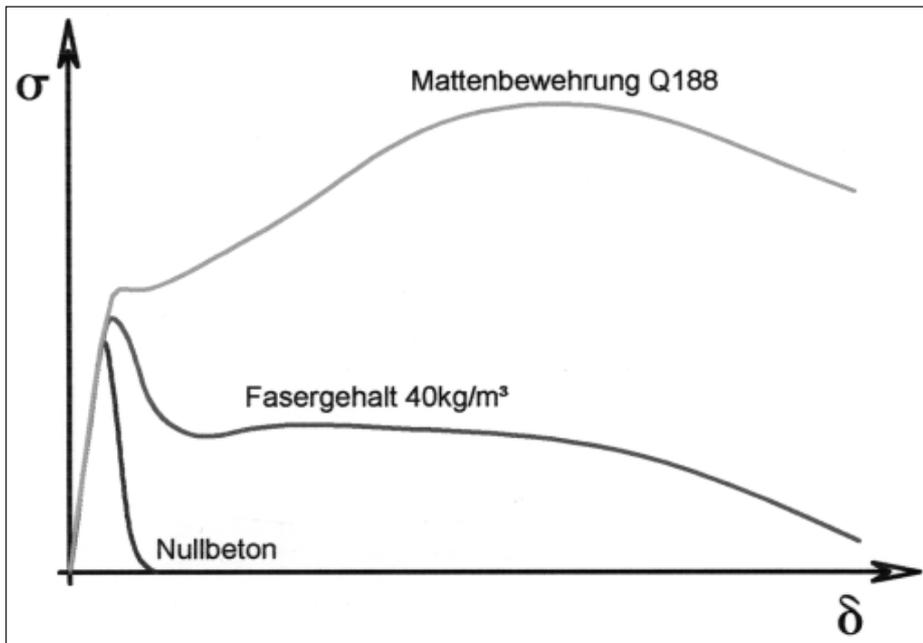


Bild 1: Schematische Darstellung des Verhaltens von unbewehrtem Beton, Stahlbeton und Stahlfaserbeton unter zentrischem Zug. Das unterschiedliche Versagensverhalten der drei Betone wird hier deutlich. Unbewehrter Beton (Nullbeton) bricht spröde. Im Stahlfaserbeton versagt der Verbund zwischen den Fasern und dem Beton, so dass er die Spannung nicht halten kann. Im Stahlbeton trägt der Betonstahl und die Spannung steigt, bis der Stahl zerreißt.

Fig. 1: Schematic presentation of the behaviour of non-reinforced concrete, steel-reinforced concrete and steel-fiber reinforced concrete under centric tense. The different failure behaviour of the three concretes is clearly recognisable. Ordinary concrete (Nullbeton) breaks brittle. In the steel-fiber reinforced concrete (Fasergehalt 40 kg/m<sup>3</sup>) composite between fiber and concrete fails, so it can not keep the tension. In steel-reinforced concrete the concrete steel resists and the tension rises until the steel tears

Tiefe von etwa 10 mm statt. Absprengungen durch die Volumenvergrößerung der korrodierten Stahlfasern treten aufgrund der geringen Abmessungen jedoch nicht auf.

Bei stärkerem chemischem Angriff sollten Edelstahlfasern verwendet werden. Bauteile aus Stahlfaserbeton, die im Fassadenbereich eingesetzt werden, sollten, um Rostflecken zu vermeiden, ebenfalls unter Verwendung von Edelstahlfasern hergestellt werden.

Bedingt durch die dreidimensional angeordneten und über den gesamten Querschnitt verteilten Stahlfasern weist der Fertigbeton eine Zähigkeit auf, an die ein herkömmlicher Stahlbeton nicht heranreicht. Bei höheren Fasergehalten ist auch der Widerstand gegen Rissbildungen (Zustand I) unter Belastung höher als bei konventionell bewehrtem Beton. Im gerissenen Zustand (Zustand II), in dem die konventionelle Bewehrung zu tragen beginnt, verliert Stahlfaserbeton schnell an Festigkeit und der Versagensfall tritt ein. Das ungünstige Nachrissverhalten des Stahlfaserbetons rührt daher, dass die Stahlfasern aufgrund ihrer geringen Längen den Verbund mit dem Beton verlieren und herausreißen. Als Folge kann die aufgebaute Spannung nicht gehalten werden und es kommt zum Versagen des Bauteils. Fasergehalte, bei denen sich das Bruchverhalten des Stahlfaserbetons dem eines Stahlbetons mit konventioneller Bewehrung annähert, liegen bei über 200 kg/m<sup>3</sup> und damit außerhalb des in

der Praxis anwendbaren Bereichs. Bauteile aus Stahlfaserbeton sind daher im statischen Sinne als nicht tragend anzusehen und können nur Zwangs- und Eigenspannungen (zum Beispiel aus der Wärmeentwicklung beim Abbinden oder Schwinden) aufnehmen. Die Anwendungsbereiche von Stahlfaserbeton sind daher vornehmlich im Bereich konstruktiv bewehrter Bauteile zu finden.

Vereinfacht ausgedrückt: Stahlfaserbeton kann überall dort eingesetzt werden, wo keine unmittelbare Gefahr für Leib und Leben besteht. Eine Ausnahme hiervon bilden Stahlfaserbetonfertigteile und Verfahren, die geprüft wurden und eine Zulassung vom Institut für Bautechnik in Berlin haben.

Im industriellen Bereich wird Stahlfaserbeton derzeit eingesetzt beim Bau von

- Industrieböden
- Betonröhren
- Wänden
- Rammpfählen und
- als Spritzbeton beispielsweise für Tunnelauskleidungen und Hangsicherungen

### Anwendung im ländlichen Bauen

Hauptanwendungsgebiet von Stahlfaserbeton im landwirtschaftlichen Bereich ist momentan die Herstellung von Böden in Lagerhallen. Der Einsatz von Stahlfaserbeton bietet hier eine deutliche Verbesserung der geforderten Eigenschaften wie Rissfreiheit,

hohe Schlagfestigkeit oder Verschleißfestigkeit und ist wie bereits erwähnt wirtschaftlich in der Herstellung.

Aufgrund der weitgehenden Rissfreiheit können Stahlfaserbetone in Bereichen eingesetzt werden, in denen die Dichtigkeit eine besondere Rolle spielt wie etwa beim Bau von

- Mistplatten und
- Abfüllplätzen von Hoftankstellen, bei deren Herstellung der Einsatz von WU-Beton erforderlich ist.

Der Anwendungsbereich stahlfaserbewehrter WU-Betone endet dort, wo eine konstruktive Bewehrung für Rissweitenbeschränkung nicht mehr ausreicht und ein statischer Nachweis über die erforderliche Bewehrung geführt werden muss.

### Bewertung

Stahlfaserbeton ist wegen seiner Eigenschaften ein Werkstoff, der seine Anwendung als Ersatz für konstruktiv bewehrten Beton findet. Stahlfasern können Mattenbewehrungen bis zur Größe Q188 ersetzen. Das Nachrissverhalten sollte dabei für die Gebrauchstauglichkeit der Bauteile keine Rolle spielen.

Trotz des relativ hohen Preises von 135,- bis 155,- €/m<sup>3</sup> kann Stahlfaserbeton aufgrund seiner oben aufgeführten Vorteile durchaus kostenmäßig mit konventionellen Betonen konkurrieren. Im landwirtschaftlichen Bereich kann Stahlfaserbeton für die Herstellung flüssigkeitsundurchlässiger und strapazierfähiger Bodenplatten eingesetzt werden. Zum Bau von Futtersilos kann Stahlfaserbeton trotz seiner positiven Eigenschaften nicht verwendet werden, da die Gefahr besteht, dass abgelöste Stahlfasern ins Futter gelangen. Mit steigendem Fasergehalt verschlechtert sich das Verdichtungsverhalten des Stahlfaserbetons, was seine Eigenleistungsfreundlichkeit mindert.

### Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- [1] - Merkblätter des VDS, Verband Deutscher Stahlfaserhersteller
  - [2] • Pfyl, Th.: Tragverhalten von Stahlfaserbeton. Dissertation, Technische Wissenschaften ETH Zürich, 2003, Nr. 15005 (<http://e-collection.eth-bib.ethz.ch/show?type=diss&nr=15005>)
  - [3] • Rosenbusch, J.: Zur Querkrafttragfähigkeit von Balken aus stahlfaserverstärktem Stahlbeton. Dissertation, TU Braunschweig, 2003, Nr. 475
  - [4] Pockes, Chr.: Internetseiten, FH Deggendorf, [www.fhdeggendorf.de/biw/studenten/jg1995](http://www.fhdeggendorf.de/biw/studenten/jg1995)
  - [5] - : DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, März 2003
  - [6] - : Merkblatt Stahlfaserbeton, Deutscher Beton- und Bautechnik Verein e.V., Oktober 2001
  - [7] - : SIA 162/6: Stahlfaserbeton, Schweizer Ingenieur und Architekt