

Grundlagen und Besonderheiten

Stahlfasern: Anwendungsgebiete

Markus Schulz, Herne

In beton 7/2000 (S. 382–387) wurde ein Überblick über die verschiedenen Stahlfasern und ihre Eigenschaften und Wirkungsweisen gegeben. Im Nachtrag zu diesem Beitrag werden im Folgenden die unterschiedlichen Anwendungsgebiete Industriefußböden, Betonstraßen, Wohnungs- und Tunnelbau und ihre Besonderheiten dargestellt.

1 Einleitung

Stahlfasern gelten im Sinne der DIN 1045 als Betonzusatzstoff, und für die meisten in Deutschland erhältlichen Stahlfasern existiert eine Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik in Berlin (DIBt). Diese Zulassungen lassen jedoch lediglich den Einsatz von Stahlfasern im Beton nach DIN 1045 zu, regeln jedoch nicht die Bemessung der Bauteile. Daher ist für den Ersatz statisch erforderlicher Bewehrung für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit im Sinne der DIN 1045 ggf. eine spezielle Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung für Bauteile notwendig oder eine Zustimmung im Einzelfall.

2 Industriefußböden

Das Hauptanwendungsgebiet für Stahlfasern in Deutschland ist zurzeit der Industriefußbodenbau. In den meisten Fällen werden die Industriefußböden nicht in das Tragwerksystem einbezogen, sondern lediglich durch ihr Eigengewicht und Verkehrslasten beansprucht, die jedoch oft sehr hoch sein können (Bild 13). In diesem Anwendungsfall kann abweichend von der DIN 1045 bemessen werden [22]. Bereits seit Jahren wird hier Stahlfaserbeton eingesetzt, so werden rd. 30 % aller Industriefußböden aus Stahlfaserbeton hergestellt

Mit dem Erscheinen des Merkblatts des Deutschen Beton Vereins (DBV) 1992 [5],

wurde dem Anwender eine Hilfe bei der Bemessung und Planung geliefert. Bei dieser Bemessung werden zwei Haupteigenschaften des Stahlfaserbetons genutzt. Zum einen wird die Steigerung der Biegezugfestigkeit für die Bemessung im Zustand I und zum anderen die Möglichkeit, auch nach Rissbildung noch Zugkräfte aufnehmen zu können, für die Bemessung im Zustand II ausgenutzt. Neben diesen beiden Vorteilen wirken sich auch die höhere Schlagfestigkeit und die gleichmäßig dreidimensionale Verteilung der „Stahlfaserbewehrung“ positiv auf die spätere Nutzung aus. Dadurch kann z.B. die Gefahr von Kantenausbrüchen an den Platten stark minimiert werden.

Ein weiterer Grund für den in den letzten Jahren kontinuierlich steigenden Einsatz von Stahlfasern im Industriefußbodenbau ist die Kosten- und Zeitersparnis. Neben dem Wegfall einer Sauberkeitsschicht können Laser Screeds eingesetzt werden, die das Betonieren von Tagesfeldern von bis zu 2 000 m² erlauben (Bilder 14 und 15). Auf den Einsatz von Betonpumpen kann in den meisten Fällen verzichtet werden. Der Transportbetonmischer kann, da keine Mattenbewehrung vorhanden ist, direkt an die Einbaustelle fahren (Bild 16). Bewehrungsfehler, wie z.B. heruntergetretene Matten oder nicht ausreichende Betondeckung der Bewehrung, werden vermieden.



Bild 13: Fußboden mit Stahlfaserbeton bei einer Lagerhalle

Der Autor:

Dipl.-Ing. Markus Schulz studierte Bauingenieurwesen mit Schwerpunkt Bauwirtschaft an der Universität Dortmund. Nach Abschluss seines Studiums begann er 1998 seine Tätigkeit bei der Vulkan Harex Stahlfasertechnik GmbH & Co. KG, wo er 1999 die Leitung der Technischen Abteilung übernahm. Er ist seit 1998 als Mitglied des Arbeitskreises „Stahlfaserbeton“ des DBV an der Ausarbeitung des Merkblatts „Stahlfaserbeton“ beteiligt und seit 1999 Mitglied des Arbeitskreises „Faserbeton“ des Österreichischen Beton-Vereins, in dem eine neue Richtlinie „Faserbeton“ erarbeitet wird. Seit Mitte 2000 ist er zusätzlich im Unterausschuss des DAfStb an der Erarbeitung der Richtlinie „Stahlfaserbeton“ beteiligt.

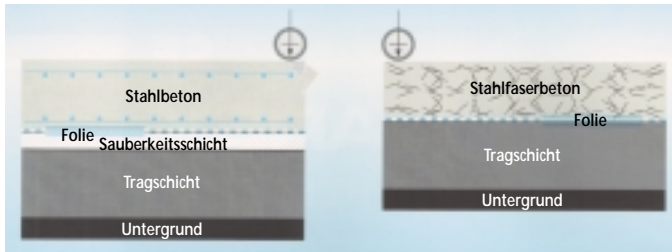


Bild 14: Fußbodenaufbau eines herkömmlichen Industriebodens und eines Bodens mit Stahlfasern



Bild 15: Einsatz eines Laser Screeds



Bild 16: Einbau von Stahlfaserbeton bei der Herstellung eines Industriefußbodens



Bild 17: Stahlfaserspritzbeton

Bei Stahlfasergehalten von 25 kg/m^3 bis 30 kg/m^3 liegen die Herstellkosten rd. 20 % unter denen einer Variante mit herkömmlicher Bewehrung.

3 Verkehrswegebau

Gegenüber unbewehrten Fahrbahnen aus Beton ohne Stahlfasern sind Betonfahrbahndecken mit Stahlfasern in der Lage, ein Pumpen an den Fugen im Gebrauchszustand besser aufzunehmen.

3.1 Einsatzgebiete

1992 konnte ein 400 m langes Teilstück der A 40 zwischen den Anschluss-Stellen Wachtendonk und Kerken mit Stahlfaserbeton der Festigkeitsklasse B 35 hergestellt und bereits nach sechs Stunden wieder für den Schwerverkehr freigegeben werden [23]. 1998 wurde ein 4,5 km langes Teilstück der A 3 zwischen der Anschluss-Stelle Duisburg-Wedau und dem Autobahnkreuz Breitscheidt teilweise mit Stahlfaserbeton ausgeführt. Die Standspur und die erste Fahrspur, die aufgrund des Lkw-Verkehrs höheren Belastungen als die zweite und dritte Fahrspur ausgesetzt sind, wurden mit einem Beton erstellt, dem 40 kg/m^3 an Stahlfasern zugegeben wurden, während die anderen beiden Fahrspuren in Asphaltbauweise ausgeführt wurden. Je nach Fugenfeldgröße betrug die Plattendicke zwischen 22 cm und 24 cm [24].

4 Tunnelbau

Im Tunnelbau kommt Stahlfaserbeton sowohl als Spritzbeton als auch als Pumpbeton zum Einsatz. Außerdem werden Fertigteiltübbings aus Stahlfaserbeton hergestellt. Bei allen Einsatzgebieten können Vereinfachungen im Verfahrensablauf ausgenutzt werden, wodurch z.T. sowohl die Bauzeit verkürzt als auch die Baukosten gesenkt werden können [2].

4.1 Spritzbeton

Spritzbeton mit Stahlfasern (Bild 17) wird im Tunnelbau vor allem bei der zweischaligen Bauweise zur vorläufigen Sicherung eingesetzt, kann jedoch auch bei einem mehrlagigen Aufbau für die einschalige Bauweise genutzt werden. Neben der Bauzeitverkürzung durch den Wegfall der Bewehrungsarbeiten werden auch die Kosten für die je nach Querschnitt des Ausbruchs oft sehr aufwendige Bewehrungsführung gespart. Spritzschatten (Bild 18) hinter den Bewehrungsstäben und Inhomogenitäten im Verbundbereich von Stabstahl und Spritzbeton aufgrund schwingender Stahlstäbe können vermieden werden.

4.2 Stahlfaserpumpbeton

Stahlfaserpumpbeton wird vor allem bei Innenschalen oder in der zweiten Lage bei einschaliger Bauweise eingesetzt (Bild 19). Beim Einsatz von Gleitschalung wird die Vereinfachung der Verfahrenstechnik durch den Wegfall der Bewehrung deutlich. In einigen Fällen kann die Dicke der Schale geringer ausgeführt werden, da die Mindestdicke der Betondeckung über der Bewehrung entfällt.

4.3 Tübbings

Bei Fertigteiltübbings können die Materialeigenschaften von Stahlfaserbeton durch den einfacheren zu überwachenden Herstellprozess oft noch höher ausgenutzt werden als bei Stahlfaserpumpbeton [2]. Neben der vereinfachten Herstellung wird durch die homogene Verteilung der Stahlfasern die Gefahr von Abplatzungen durch den Transport oder auch durch das Pressen beim Vortrieb minimiert.



Bild 18: Spritzschatten

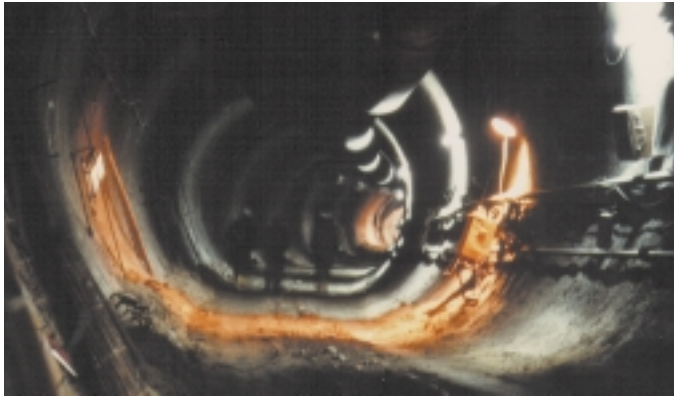


Bild 19: Stahlfaserbeton im Tunnelbau



Bild 20: Bodenplatte im Wohnungsbau unter Einsatz von Stahlfasern

5 Betonfertigteile

Wie bereits für Fertigteilübblings erläutert, besteht die Möglichkeit, aufgrund der leichteren Überwachung beim Herstellprozess und der in der Regel damit verbundenen gleichmäßigeren Verteilung der Stahlfasern in der Betonmatrix mit geringeren Abminderungsfaktoren für die Festigkeitswerte des Stahlfaserbetons zu arbeiten.

Gerade bei kleinen bzw. dünnwandigen Bauteilen muss bei der Dimensionierung die sonst erforderliche Betonüberdeckung nicht berücksichtigt werden. Durch die Erhöhung der Grünstandfestigkeit können die Verfahrensabläufe beschleunigt werden. Außerdem kann je nach Stahlfasertyp und Stahlfasergehalt teilweise auf aufwendige Bewehrung, wie zum Beispiel Schubbewehrung, verzichtet werden.



Bild 21: Elementwand mit Stahlfaserbeton

Fotos: Vulkan Harex

5.1 Rohre

Auch bei der Herstellung von Rohren bietet sich Stahlfaserbeton an, da es bei auftretenden Rissen zu Spannungumlagerungen im Querschnitt kommt. Die Tragfähigkeit von Stahlfaserbetonrohren bewegt sich bei gleicher Dimensionierung zwischen der von unbewehrten und bewehrten Rohren.

In Österreich ist die Herstellung und Anwendung von Stahlfaserbetonrohren bereits genormt. Auch die Normen DIN EN 1916 und DIN EN 1917 schließen den Stahlfaserbeton bereits mit ein. Für die Herstellung von Stahlfaserbetonrohren existiert bereits seit 1988 eine Zulassung [25], die auf der Grundlage von Untersuchungen der Ruhr-Universität Bochum erteilt wurde.

6 Wohnungs- und Gewerbebauten

In den letzten Jahren wird Stahlfaserbeton immer häufiger im Wohnungsbau eingesetzt. Zum Einsatz kommt er derzeit vor allem für Bodenplatten, Fundamente und Kellerwände (Bild 20). Für den Ersatz einer statisch erforderlichen Bewehrung durch Stahlfaserbeton ist für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit eine spezielle Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung für Bauteile notwendig oder eine Zustimmung im Einzelfall. Werden die Stahlfasern für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit nicht angesetzt, wird also der Nachweis wie unbewehrter Beton nach DIN 1045 geführt, so ist der Einsatz als Ersatz für konstruktive Bewehrung [11] bzw. für Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zulässig. Jedoch sind Stahlfasern durchaus in der Lage, auch „schwache“ Stabstahlbewehrung im Grenzzustand der Tragfähigkeit z.B. bei großen Rissbreiten zu ersetzen. Sobald dies durch eine Richtlinie oder Norm geregelt ist, wird sich das Einsatzgebiet von Stahlfaserbeton sicherlich noch erweitern. Insbesondere werden Kombinationen von Stahlfasern mit Stabstahlbewehrung in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht interessant werden.

6.1 Elementwände

Seit 1998 existiert eine Bauartzulassung für Elementwände (Bild 21) des Deutschen Instituts für Bautechnik Berlin (DIBt) [26].

Umfangreiche Untersuchungen der TU Braunschweig haben gezeigt, dass nicht nur die herkömmliche Betonstahlbewehrung reduziert werden konnte, sondern vor allem die Betoniergeschwindigkeit aufgrund des höheren Herausziehwerstandes der Gitterträger gesteigert werden konnte [27].

6.2 Fertigteilgaragen

Seit 1993 besteht für Garagen aus einer Kombination aus Stahlfaserbeton und herkömmlicher Stabstahlbewehrung eine Zulassung [28]. Für den Gebrauchszustand wurde hier nach Zustand I mit zulässigen Biegezugspannungen bemessen [29]. In den Bereichen, in denen dieser Nachweis nicht erfüllt werden konnte, wurden Zulagen aus Betonstahlbewehrung eingelegt.

Literatur

Die nachfolgenden aufgeführten Literaturverweise werden fortlaufend zum ersten Teil des Beitrags ab Literaturstelle [22] weitergeführt. Verweise auf frühere Literaturstellen finden sich im Literaturverzeichnis des Beitrags aus beton 7/2000, S. 382-387.

- [22] Lohmeyer, G; Ebeling, K.: Betonböden im Industriebau. 6. Aufl., Verlag Bau+Technik, Düsseldorf 1999
- [23] Niemann, P.: Autobahnen aus Stahlfaserbeton. Beton auf neuen Wegen, Braunschweiger Bauseminar, Heft 141, TU Braunschweig 1998
- [24] Surkamp, H.: Faserbewehrte Betonfahrbahnplatten, Fachseminar Stahlfaserbeton, Neue Erkenntnisse und Anwendungsgebiete, Heft 100, TU Braunschweig 1993
- [25] Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung für neue Baustoffe, Bauteile und Bauarten (Z-4.5-70), „Rohre aus Stahlfaserbeton“, Institut für Bautechnik, Berlin 1988
- [26] Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung (Z-71.2-1), „fdU-Stahlfaserbeton-Elementwand“, Institut für Bautechnik, Berlin 1998
- [27] Schnütgen, B.: Stahlfaserbeton für den Umweltschutz, Festschrift zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr.-Ing Horst Falkner, Heft 142, TU Braunschweig 1999
- [28] Rosenbusch, J.; Teutsch, M.: Elementwände aus Stahlfaserbeton, Braunschweiger Bauseminar 1997, Innovatives Bauen, Heft 136, TU Braunschweig 1997
- [29] Teutsch, M.: Fertigteile aus Stahlfaserbeton, Vortrag Fachtagung der Bauberatung Zement Leipzig, 1998