

# FASERBEWEHRUNG AUS DER SICHT DES TRAGWERKPLANERS

**Dipl.-Ing. Dr. Klemens MAIER**

Versuchsanstalt HTL Innsbruck; Maier-Maier Ziviltechniker GmbH

## Kurzfassung

Im Zuge von Tragwerksplanungsarbeiten wird aus technischen und wirtschaftlichen Gründen immer öfter der Einsatz von Faserbeton in Erwägung gezogen. Da der Einsatz von Faserbeton jedoch nicht generell konstruktive und ökonomische Vorteile bringt, ist jedes Bauvorhaben projektspezifisch zu analysieren. Im Zuge des vorliegenden Beitrages sollen grundsätzliche Überlegungen in Bezug auf den Faserbetoneinsatz im konstruktiven Ingenieurbau gemäß den Vorgaben der Richtlinien in Deutschland und Österreich [1, 2, 3, 4] versucht werden.

## 1 Einleitung

Zu Beginn der Planungsarbeiten für unterschiedlichste Hochbauprojekte wird eine Materialwahl getroffen. Immer häufiger wird dabei speziell von Seiten der Ausführenden der Einsatz von Faserbeton gefordert. Dabei werden vor allem große Einsparungen im Zuge der Ausführung, die Verringerung der Matten- und der stabförmigen Bewehrung und Vorteile bei den Rissbreiten hervorgehoben. Selten erfolgt eine kritische Auseinandersetzung mit den unterschiedlichsten Vor- und Nachteilen des Faserbetons, nur wenige Firmen können in Bezug auf die Verwendung von Faserbeton stichhaltig argumentieren. Beruht der Einsatz von Faserbeton auf den Argumentationen cleverer Marketingstrategen? Resultiert die Entscheidung gegen den Einsatz von Faserbeton auf prinzipiellen Vorbehalten gegenüber neuen Bauweisen?

Im Folgenden wird eine genauere Auseinandersetzung mit dem Baustoff Faserbeton versucht und speziell die Umsetzung bei einfachen Hochbauprojekten diskutiert.

Eines der ersten Argumente gegen Faserbeton ist die Korrosion der Stahlfasern an der Oberfläche und ein darin begründetes mögliches Versagen des Gesamtsystems. Dazu kann angeführt werden, dass ein Korrodieren der Stahlfasern an der Oberfläche maximal zu einem Versagen der Fasern im Bereich der sonst üblichen Betondeckung führt. Eine weiterführende Schädigung der Stahlfasern wurde bisher nicht beobachtet. Sollten in Faserbeton ausgeführte Bauteile als Sichtbetonbauteile verwendet werden, ist jedoch auf Grund der Korrosion der Stahlfasern an der Oberfläche ein zusätzlicher Schutz vorzusehen. Die Verwendung von verzinkten Stahlfasern ist dabei kritisch zu hinterfragen, da das Zusammenwirken zwischen Verzinkung und umgebendem basischen Beton zu einer Schädigung der Kontaktzone und damit zu einem veränderten Tragverhalten führen kann. Eine Beschichtung der Stahlfasern als Korrosionsschutz birgt die Gefahr der Beeinflussung der Verbundwirkung. Auch eine Beschädigung der Beschichtung im Zuge des Mischvorgangs ist nicht auszuschließen. Eine Beschichtung der Betonoberfläche bzw. der Einsatz von Kunststofffasern ist in Bezug auf die Oberfläche zu empfehlen. Beim Einsatz von Kunststofffasern ist allerdings die Dauerhaftigkeit der statischen Tragfähigkeit kritisch zu hinterfragen (Langzeitverhalten der Fasern, Kriechen).

## 2 Materialeigenschaften

### 2.1 Druckfestigkeit

Für den Faserbeton wird gegenüber den Bauherren häufig das Argument der erhöhten Druckfestigkeit angesprochen. Bei einer kritischen Betrachtung zeigt sich allerdings, dass die Fasern zu keiner Erhöhung der Druckfestigkeit des Betons führen. Die Vorteile der Fasern auf die Mikrorissbildung und die einhergehende geringfügige Erhöhung der Druckfestigkeit werden durch schlechtere Verdichtbarkeit und daraus folgender Erhöhung der Verdichtungsporen aufgehoben.

### 2.2 Biegezugfestigkeit

Seltener wird in Diskussionen auf die Biegezugfestigkeit eingegangen. Durch die Fasern erfolgt in ungerissenem Zustand eine Mitwirkung im Mörtelgefüge (durch geringe Zugfestigkeit der Matrix erfolgt der Bruch immer vor dem Erreichen der Faserzugfestigkeit). Dies führt zu einer geringfügigen Erhöhung der Biegezugfestigkeit. Beschränkt wird diese Erhöhung durch die konstruktiv und wirtschaftlich sinnvolle Zu-

gabemenge an Fasern und deren Orientierung im Bauteil.  
Mit der Biegezugfestigkeit wird das Verhalten im Zustand I (ungerissener Bauteil) beschrieben.

### **2.3 Äquivalente Biegezugfestigkeit**

In der Diskussion über den Einsatz von Faserbeton wird von Seiten der Ausführenden praktisch nie über die äquivalente Biegezugfestigkeit diskutiert. Dieser Rechenwert beschreibt das Nachrissverhalten des Faserbetons. Wird dem Faserbeton nur eine unterkritische Fasermenge zugegeben, so tritt bei der Erstrissbildung ein schlagartiges Versagen auf. Da dies im konstruktiven Bauwesen nicht erwünscht ist, muss bei diesen Bauteilen unbedingt eine Bewehrung zugegeben werden. Wird hingegen eine überkritische Fasermenge zugegeben, so kann eine Nachrisszugfestigkeit aktiviert werden, die über der zur Erstrisslast gehörenden Zugfestigkeit liegt. Eine Rissbildung bis hin zur Mehrfachrissbildung ist daher möglich und ein Einsatz im konstruktiven Bauwesen sinnvoll.

Die Versuchsdurchführung zur Bestimmung der äquivalenten Biegezugfestigkeit ist in den jeweiligen Richtlinien geregelt. Abhängig ist der Wert von der Art und Ausbildung der Faser (bedeutend ist dabei das Verhältnis Durchmesser zu Länge), der Art der Endausbildung und dem damit beeinflussten Ausziehverhalten.

### **2.4 Schwinden**

Durch die Zugabe von Fasern wird das Schwinden im Allgemeinen nicht wesentlich beeinflusst. Wird der Beton sehr gut verarbeitet und nachbehandelt, so kann durch die Zugabe von Stahlfasern eine Reduktion erreicht werden. Bei steiferer Konsistenz hingegen sind mehr Luftporen vorhanden und daher ergeben die Stahlfasern keine Verbesserung.

### **2.5 Frühschwindrisse**

Im Gegensatz zum Schwinden wird die Bildung von Frühschwindrissen stark beeinflusst. So „vernähen“ die Fasern, und hier speziell Polypropylenfasern, den Beton. Die Fasern wirken dabei wie sehr fein verteilte Bewehrungsstäbe. Frühschwindrisse werden ausgebildet, beginnen weiterzuwachsen und treffen auf eine Faser. Diese stoppt den Riss und ein weiterer Riss bildet sich aus. Damit wird eine sehr hohe Zahl an Rissen gebildet und die Rissweite sehr stark gesenkt. Wichtig dabei sind die sehr gleichmäßige Verteilung der Fasern im Beton und die Größe der Fasern. Sie sollten möglichst fein sein, um so eine sehr hohe Zahl an zugebbaren Fasern zu ermöglichen.

ACHTUNG: Durch Fasern allein kann keine Reduktion der Frühschwindrissbildung erfolgen. Es muss unbedingt eine normgemäße Nachbehandlung durchgeführt werden! Extrem wichtig wird die Nachbehandlung bei hochfesten Faserbetonen, da dort ein sehr hoher Zementleimanteil vorhanden ist und daher eine zu rasche Austrocknung unbedingt vermieden werden muss.

### **2.6 Brandverhalten**

Die Wirkung des Temperaturanstieges im Brandfall kann wie folgt beschrieben werden: Im Falle eines Brandes wird zuerst physikalisch gebundenes Wasser durch die Poren entweichen wollen. Da jedoch bei höherwertigen Betonen die Anzahl der Poren und dabei speziell der Kapillarporen abnimmt, kann der Wasserdampf nicht rasch genug an die Oberfläche abgeführt werden, wodurch Wasserdampfdruck entsteht. Neben dem immer höher werdenden Druck steigt die Temperatur an der Oberfläche und löst dabei infolge des Zwangs aus dem Temperaturanstieg Druckspannungen aus. Beide Komponenten zusammen führen nach einiger Zeit zu einem explosionsartigen Abplatzen der obersten Betonbereiche. Damit verliert die darunter liegende Betonstahlbewehrung ihre Wärmedämmschicht, die rasche Temperaturzunahme führt bedingt durch die Materialeigenschaften des Stahls zu einer Reduktion der Stahlfestigkeit. Die Reduktion kann bis zum Totalausfall der Wirkung der Bewehrung führen. Diese stark reduzierte Stahlfestigkeit hat zumeist ein Versagen des Bauteils zur Folge, sofern es nicht bereits durch den Querschnittsverlust aufgrund der Abplatzungen zu einem Versagen gekommen ist.

Die Wirkung der Fasern muss also darin bestehen, ausreichend Porenraum im Brandfall zu schaffen, um den Wasserdampf möglichst rasch an die Betonoberfläche abführen zu können. Durch die Zugabe von Fasern entstehen in der Kontaktfuge zwischen Faser und Matrix Luftporen die unter Brandeinwirkung den Dampftransport ermöglichen.

Um die gewünschte Wirkung erzielen zu können, ist es zwingend erforderlich, dass die Fasern gleichmäßig im Beton verteilt sind. Dem Zugabevorgang ist daher großes Augenmerk zu schenken. Um die Wege des Dampfes zu den nächstgelegenen Ausgleichsbereichen möglichst kurz zu halten, sollten sehr viele kurze und dünne Fasern eingemischt werden. Empfehlenswert ist der Einsatz von Polypropylenfasern (Monofilamente) in Dosierungen von mindestens 1,0 bis maximal 5,0 kg/m<sup>3</sup>. Stahlfasern haben bei zusätzlicher Zugabe die Eigenschaft, den Beton „weiterzuvernähen“ und verringern die Tiefe der Abplatzungen. Es muss allerdings dabei auf die Verarbeitbarkeit geachtet werden. Zumeist sprechen jedoch die Kosten gegen eine solche Vorgangsweise.

Je höher die Betonfestigkeit, desto dichter ist die Matrix und desto mehr Fasern werden benötigt.

## 3 Bemessung von Faserbeton

### 3.1 Biegung und Biegung mit Längskraft

Die Bemessung erfolgt in Österreich laut der Richtlinie „Faserbeton“ der Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik [1] gemäß den Vorgaben der ÖNORM B 4700 [5] und der ÖNORM B 4701 [6], wobei zusätzlich das Nachrissverhalten berücksichtigt wird.

Sehr häufig setzt sich im Gegensatz zur klassischen linear elastischen Berechnung gemäß [5, 6] eine nichtlineare Berechnung am Gesamtsystem durch. Dabei wird mit genaueren Spannungs-Dehnungs-Linien gearbeitet. Die nichtlineare Berechnung (Designwerte oder Mittelwerte der Materialeigenschaften etc.) ist besonders bei Bauteilen mit Fasern und Bewehrungsstahl kritisch zu hinterfragen, da Versuche zeigten, dass in diesen Bauteilen die Fasern nicht maximal belastet werden können und somit Abminderungsfaktoren eingeführt werden müssen. Auf ein einheitliches Sicherheitsniveau in allen Berechnungsschritten ist zu achten.

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Duktilität ist eine genügend große Umlagerungskapazität vorzusehen. Dabei muss beachtet werden, dass im Grenzzustand der Tragfähigkeit die Rissbreite begrenzt wird. Dies ist zwingend erforderlich, da ansonsten keine ausreichende Verankerung der Fasern mehr gewährleistet werden kann.

Bestehen Bedenken wegen der zu Beginn angesprochenen Korrosion der Stahlfasern im Bereich der Betondeckung, kann aus Sicherheitsüberlegungen auf das Anrechnen der Fasern in diesem Bereich verzichtet werden. Ob dies wirklich erforderlich ist oder eine übertriebene Vorsichtsmaßnahme darstellt, muss vom jeweiligen Tragwerksplaner beantwortet werden.

### 3.2 Schub und Torsion

Das beschriebene Verfahren der nichtlinearen Berechnung bezieht sich üblicherweise nur auf die „Momenten- und Normalkraftbelastung“. Dabei muss jedoch sowohl für stabförmige Bauteile als auch für plattenartige Bauteile auch die Schubbemessung noch in die Bemessung eingeführt werden. Das zu Grunde liegende Bemessungssystem ist ein Fachwerksmodell, in dem im Falle der stabförmigen Bauteile die Fasern als ideale Bügelbewehrung angesehen werden können. Augenmerk ist dabei auf die Dimensionierung der Druckstrebe zu legen. Da durch die Fasern keine signifikante Festigkeitssteigerung erreicht wird bzw. es teilweise zu geringfügigen Auflockerungen kommen kann, darf die Wirkung der Fasern dabei nicht angesetzt werden. Aus eben diesen Gründen ist ein Anrechnen der Fasern auch bei plattenartigen Bauteilen für die Schubbemessung nicht zugelassen.

Die Bemessung auf Torsion ist in gleicher Weise durchzuführen, wobei die Wirkung der Fasern im Falle der Längsbewehrung nicht berücksichtigt werden darf. Bei der Überlagerung von Schub und Torsion muss darauf geachtet werden, dass die Wirkung der Fasern als ideale Bügelbewehrung nur einmal erfolgt.

Die Wirkung der Fasern im Durchstanzbereich darf angerechnet werden und ist sehr gut mit Bügelbewehrung kombinierbar.

## 4 Mindestbewehrung

Hauptargument einiger Planer und Ausführer für den Einsatz von Faserbeton ist die nun nicht mehr notwendige Stabstahl- oder Mattenbewehrung. Dabei wird sehr häufig darauf verwiesen, dass nicht nur beispielsweise auf die Wandbewehrung, sondern auch auf die konstruktiven Bewehrungen an den Eckbereichen, den Fenster- und Türstürzen, den Fenster- und Türleibungen und an den Arbeitsfugen verzichtet werden kann.

Diese Argumente sind in dieser Art und Weise nicht haltbar und werden weder durch die Vorschriftenlage noch durch die Vorgaben der Faserhersteller (Zulassungen, technische Merkblätter etc.) gestützt, ganz im Gegenteil dazu verweisen diese eindeutig auf die Wichtigkeit von Mindestbewehrungen und den zwingenden Einsatz konstruktiver Bewehrungen.

So schreibt die Richtlinie „Faserbeton“ der Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik [1] unter dem Kapitel Mindestbewehrung eindeutig vor, dass auf eine Mindestbewehrung aus Bewehrungsstahl bzw. auf ein Mindestmaß der Nachrisszugfestigkeit zur Vermeidung von Sprödbrüchen bei statisch unbestimmten Systemen nur dann verzichtet werden darf, wenn ein nichtlinearer Nachweis des duktilen Systemverhaltens am Gesamtsystem geführt wird. Dieser Nachweis wird speziell bei kleineren Bauvorhaben aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten allerdings nur selten erfolgen. In bewehrten Bauteilen ist eine Mindestbewehrung nach ÖNORM B 4700 [5] unverzichtbar, jedoch darf die Wirkung der Nachrissverbesserung infolge der Fasern berücksichtigt werden. Für Bauteile mit Schrägzugbewehrung gilt eine ähnliche Vorgangsweise, in diesem Fall darf die einzulegende Mindestbewehrung jedoch nicht kleiner

als die Hälfte der laut ÖNORM B 4700 [5] geforderten sein. Mindestbewehrungen für Stützen und Druckglieder müssen ohne Berücksichtigung der Faserwirkung eingelegt werden.

Ausnahmen davon sind Bauteile, bei deren Versagen keine Gefahr für Leib und Leben ausgeht. Die sind in der Regel Bauteile, die nach ÖNORM B 4701 [6] zu bemessen sind. Dabei sind Mindestbewehrungsquerschnitte kleiner als Vorgaben nach ÖNORM B 4700 [5] zulässig. Dies betrifft Bauteile mit Biegung und Biegung mit Längskraft (z. B. Wände, Fundamente). Dabei sind allerdings weitere Berechnungsvorgaben einzuhalten, wie bei Biegung mit Längskraft die Druckzone bis zur halben Querschnittshöhe und bei getrennt gedachtem Querschnitt eine Kippsicherheit größer 1,5. Eine Erhöhung der Rechenwerte für die Biegezugfestigkeit ist nur bei im Versuch festgestellten Werten erlaubt.

## **4.1 Konstruktive Bewehrungen**

### 4.1.1 Wände

In Wänden kann auf konstruktive Bewehrungen aus Stabstahl oder Matten keinesfalls verzichtet werden. So sind die Ecken von Fenster- oder Türöffnungen und die Fenster- oder Türstürze durch Bewehrungen zu sichern bzw. einzufassen, da ansonsten unkontrollierte Risse ausgehend von Spannungskonzentrationen in den Ecken auftreten werden. Dies ist bereits bei Stahlbeton- und bewehrten Wänden eine Problemzone und bei Faserbeton durch die undefinierte Tragrichtung der Fasern ein verstärktes Problem. Daher sollte eine unter 45° geneigte Bewehrung vorgesehen werden. Gemäß dem DBV-Merkblatt „Stahlfaserbeton“ [4] sind bei Stürzen zwingend 2 Bewehrungsstäbe  $\varnothing 12$  einzubauen. Aus statischer Sicht ist unter Berücksichtigung der Umsetzung auf der Baustelle ein Anschluss Bodenplatte – Wand ohne Anschlussbewehrung aus Sicherheitsüberlegungen abzulehnen (vgl. auch Richtlinie „Faserbeton“ ÖBBV [1]). Weder eine raue Fuge (nicht abgezogen und mit einem Rechen aufgeraut) noch eine saubere Fuge (ohne Sägespäne etc.) können in der Praxis sichergestellt und somit eine gesicherte Übertragung der Schubkräfte gewährleistet werden. Gleiche Überlegungen gelten für den oberen Anschlussbereich Wand – Decke. Hier ist durch einen Schließring die Aussteifung sicherzustellen, weshalb Schubkräfte unbedingt über diese Anschlussfuge übertragen werden müssen. Zur Sicherstellung der Aussteifung der Gebäude ist diese Schub- und Kraftübertragung auch im Bereich der Wanddecken erforderlich, wodurch wieder zwingend Bewehrung nötig wird. Bei der Dimensionierung ist des Weiteren darauf achtzugeben, dass es im Bereich neben großen Öffnungen zu einer Konzentration von Lasten kommt und daher häufig verstärkte Bewehrungen erforderlich sind.

Bei Betrachtung üblicher Hochbauten stellt sich die Frage, ob aus oben angeführten Überlegungen nicht bereits ein Großteil der Wandflächen mit Stabstahl oder Matten gesichert ist und die Ergänzung zum bewehrten Bauteil nur einer geringen Anzahl von Matten bedarf. Oftmals würde eine geringfügige Vergrößerung der Wanddicke bereits eine Dimensionierung nach ÖNORM B 4701 [6] zulassen und somit aus wirtschaftlichen Überlegungen die bestmögliche Lösung darstellen. Die Fragestellung muss für den Planer bzw. den Ausführenden daher lauten, ob eine geringfügig größere Wanddicke nicht die wirtschaftlichere Lösung ist als ein Einsatz von Faserbeton. Unbestritten bleiben dabei die Vorteile des Faserbetons auf das Nachrissverhalten und die Frühschwindrissbildung.

### 4.1.2 Bodenplatte

Gemäß den Vorschriften des DBV-Merkblatts [4] sind bei der Errichtung von Bodenplatten für wasserundurchlässige Bauwerke Bewehrungen zwingend vorgeschrieben. Für Bodenplatten ohne Wasserandrang ist eine Durchbildung nur mit Faserbeton nach einer detaillierten Berechnung möglich, meist jedoch auf Bauten mit maximal zwei Vollgeschossen beschränkt, da ansonsten die Beanspruchungen zu groß werden.

Bei der konstruktiven Durchbildung ist Augenmerk auf den Untergrund zu legen. Nur bei genauer Kenntnis der Untergrundkennwerte ist eine Durchbildung rein durch Faserbeton möglich.

Zur Verringerung der Schwindbeanspruchungen ist zwischen Untergrund und Bodenplatte eine dicke Folie und im Bereich der aufgehenden Wände eine zweilagige dicke Folie einzubringen. Ein sehr genau abgezogener Untergrund ohne Stellen mit Senken (Gefahr der Verkeilung) oder eine plane Sauberschicht ist erforderlich. Die Durchbildung analog dem Stand der Technik bei der Ausbildung „Wasserundurchlässige Betonbauten - Weiße Wannen“ [9] ist zielführend.

Die Bodenplatte sollte in einem Guss hergestellt werden, um Spannungsspitzen an den Arbeitsfugen zu vermeiden. Werden diese dennoch angeordnet ist, unbedingt eine konstruktive Bewehrung einzubauen. Aus diesen Überlegungen und unter Berücksichtigung des Schwindens ergeben sich sinnvolle Plattengrößen von etwa 12 x 12 m. Zur Vermeidung von Rissen ist an einspringenden Ecken und am Plattenrand umlaufend eine konstruktive Bewehrung an der Ober- und Unterseite vorzusehen. Besteht das Aufgehende nicht aus Wänden, sondern teilweise aus Stützen, ist wie bei Wandenden auf dort auftretende Spannungsspitzen zu achten und eine eventuell erforderliche Durchstanzbewehrung einzulegen. Wie bei den Wänden stellt sich somit die Frage, ob diese Bauteile mit der aus konstruktiven Gründen

erforderlichen Bewehrung nicht durch geringfügige Zulagen von Matten zu bewehrten oder sogar zu Stahlbetonbauteilen verändert werden können.

## 5 Industrieböden

Industrieböden stellen im Sinne der Statik untergeordnete Bauteile dar, die nur Radlasten, Lasten aus Regalen und andere Lasten zu tragen haben, die direkt in den Boden abgetragen werden. Diese Bauteile bereiten auf Grund ihrer zumeist großen Abmessungen in bewehrter Ausführung Schwierigkeiten und Verzögerungen bei der Verlegung der Bewehrung. Faserbeton bewirkt dabei eine entscheidende Verbesserung und Beschleunigung des Herstellvorgangs. Für einen erfolgreichen Herstellprozess ist dabei eine detaillierte konstruktive Durchbildung (Fugenausbildung, Fugenteilung, Plattengrößen, Ausbildung und Herstellung des Unterbaus) entscheidend [1, 2, 3]. Die Platten sollten eine Größe von 3:2 und Maximalgrößen in Abhängigkeit von der Plattendicke aufweisen. Die Durchbildung sollte unbedingt gemäß den Vorgaben der Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauten - Weiße Wannen“ [9] für zwangsarme Konstruktionen erfolgen. Singularitätsstellen wie einspringende Ecken, Bereiche neben Stützen etc. sind mit zusätzlichen Bewehrungen zu sichern. Werden die Bereiche neben Stützen durch Fugen getrennt, ist auf eine konsequente Fugenführung und deren praktische Umsetzbarkeit und Umsetzung zu überprüfen. Probleme der Industrieböden aus Faserbeton sollen nicht verschwiegen und Bauherren vor der Ausführung darauf aufmerksam gemacht werden: Trotz konsequenter Durchbildungen kommt es häufig zu Rissbildungen mit Rissbreiten bis etwa 0,3 mm. Die Rissufer sind dabei sehr gut verzahnt, führen jedoch abgesehen von der Optik zu keinen weiteren Problemen.

Ein weiterer Problempunkt liegt im gleichmäßigen Einbau des Faserbetons. Nur bei gleichmäßiger Konsistenz (ohne nachträglicher Wasserzugabe auf der Baustelle) und einem rechtzeitig von Fachpersonal durchgeführten Flügelglätten ist eine ordnungsgemäße Oberflächenausbildung möglich. Dabei muss auch die Wechselwirkung zwischen Konsistenz, eingesetztem Fließmittel, Umweltbedingungen und dem Flügelglätten berücksichtigt werden. Bei unsachgemäßem Flügelglätten kommt es unter anderem zu einem Verschlechtern der Oberflächenhaftzugfestigkeit, was wiederum zu einer Beeinflussung der Beschichtung führen kann.

## 6 Bewehrter Faserbeton

In [8] wird von Prof. Falkner gezeigt, dass bei pfahlgestützten Bodenplatten eine Kombination aus Faserbeton und einer geringfügigen Bewehrung zu den besten Ergebnissen in Bezug auf die Tragfähigkeit (Bruchvorwarnung, Durchbiegung etc.) führt. Dr. Pfyl von der ETH Zürich zeigte in seiner Dissertation [7], dass eine Kombination aus Faserbeton und Bewehrung ein optimiertes Gesamtverhalten von Bauteilen zur Folge hat. Dabei können die Vorteile der jeweiligen Bauweisen optimal kombiniert werden. Die Frage, ob dabei allerdings eine Kostenneutralität gegeben ist, ob die Vorteile die erhöhten Kosten rechtfertigen, muss jedoch von Fall zu Fall geklärt werden.

## 7 Haftung

Aus Sicht der Betonhersteller muss die Frage der Haftung bei Faserbeton beachtet werden. Auf Grund des Einmischens der Fasern im Werk (einzig in der Praxis gangbarer Weg) übernimmt der Hersteller damit auch die Haftung für die Gleichmäßigkeit des Faserbetons und damit abgesehen von der statischen Bemessung und einem Fehleinbau auf der Baustelle auch die Haftung für die Tragsicherheit des Bauteils. Dies im Gegensatz zu Stahlbetonbauteilen, wo es zu einer Splittung der Haftung kommt (für den Beton der Betonhersteller, für die Bewehrung die jeweilige ausführende Firma).

## 8 Zusammenfassung

Wichtig bei der Verwendung von Faserbeton ist es, nicht nur die Vorteile einzelner Materialien zu beachten, sondern im Sinne des technischen Fortschritts und einer Qualitätssteigerung im Bauwesen die gemeinsame Verwendung von unterschiedlichen Materialien in Bauteilen zu forcieren. Eine Kombination Faserbeton mit Bewehrung sollte viel intensiver und objektiver untersucht und weiterführende Forschungen veranlasst werden (z. B. Betonfertigteile – Deckenplatten mit Ortbetonergänzung aus Faserbeton).

Der Schritt hin zur Verwendung von reinem Faserbeton in konstruktiven Ingenieurbauten (reine Faserbetondecken) sollte sehr gut überlegt und die genauen Randbedingungen eingehend untersucht werden, um nicht eine gute Materialentwicklung durch riskante, zu rasche Fortschritte zu stoppen.

Aus Sicht des Tragwerksplaners ist es sinnvoll, Faserbeton zur Minimierung der Frühschwindrissbildung und zur Erhöhung des Brandwiderstandes einzusetzen. Nach derzeitigem Stand der Technik erscheint die Verwendung in untergeordneten, nicht die Tragsicherheit betreffenden Bauteilen sinnvoll. In diesen Bauteilen sind die Vorteile des Faserbetons teilweise unbestritten.

Zur Weiterentwicklung der Bauweise ist eine kritische Auseinandersetzung mit den derzeitigen Einsatzbereichen und den dabei erworbenen Erfahrungen erforderlich. Um einen für den Baustoff Faserbeton kritischen Weg des Einsatzes zu verhindern, sind Bauherren, Planer, Ausschreibende und vor allem Ausführende auf die Vor- und Nachteile der Bauweise objektiv hinzuweisen.

Diese Auseinandersetzung mit den Vor- und Nachteilen ist speziell bei der Ausführung von Industriefußböden dringend notwendig und sollte zu einer Weiterentwicklung führen.

Aus technischer und vor allem baupraktischer Sicht ist eine Forschung zur Weiterentwicklung der Einsatzmöglichkeiten und aus technologischer Sicht eine Forschung zur Verbesserung des Verständnisses für das Zusammenwirken Matrix und Faser und des daraus resultierenden Einflusses auf den Luftgehalt im Beton dringend erforderlich.

Entscheidend für die Umsetzung von Planungen und die Anwendung des Materials Faserbeton ist auch eine Anpassung der Richtlinien in Deutschland und Österreich. Es ist nicht einsichtig, warum für das gleiche Material in Österreich und Deutschland teilweise völlig konträre Vorgaben für Planung, Bemessung und konstruktive Durchbildung festgelegt sind.

## Literatur

- [1] Richtlinie „Faserbeton“, Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik, März 2002.
- [2] „Einführung in die neue Richtlinie „Faserbeton“, Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik, Juni 2002.
- [3] Merkblatt: „Herstellung von faserbewehrten monolithischen Betonplatten“, Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik, März 2002.
- [4] DBV-Merkblatt „Stahlfaserbeton“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Oktober 2001.
- [5] ÖNORM B 4700 „Stahlbetontragwerke, EUROCODE-nahe Berechnung, Bemessung und konstruktive Durchbildung“, Österreichisches Normungsinstitut, 1.6.2001.
- [6] ÖNORM B 4701 „Betontragwerke, EUROCODE-nahe Berechnung, Bemessung und konstruktive Durchbildung“, Österreichisches Normungsinstitut, 1.11.2002.
- [7] Pfyl Thomas, Dipl. Bauingenieur ETH: „Tragverhalten von Stahlfaserbeton“, Dissertation ETH-Nr. 15005, 2003.
- [8] Falkner, H.: „Stahlfaserbeton – Forschung und Anwendung“, Massivbau 2001, Forschung, Entwicklungen und Anwendungen, Herausgeber Konrad Zilch, Technische Universität München, Springer Verlag, 2001.
- [9] Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauten - Weiße Wannen“, Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik, Dezember 2002.



**STAATLICH AKKREDITIERTE  
VERSUCHSANSTALT FÜR BAUSTOFFE**  
AN DER HÖHEREN TECHNISCHEN BUNDESLEHR-  
UND VERSUCHSANSTALT BAU UND KUNST INNSBRUCK  
**Trenkwalderstraße 2, 6026 Innsbruck**  
**T 0512/281525-44 - F 0512/291047 - versuchsanstalt-ibk@netway.at**  
Akkreditierung BMWA - Bescheid: GZ 92714/0151 – 1/12/2007  
Akkreditierung OIB – Bescheid: OIB-170-001/99-056



---

**MAIER - MAIER ZIVILTECHNIKER GMBH**  
ARCHITEKTEN UND INGENIEURKONSULENTEN FÜR BAUINGENIEURWESEN  
KREITH 43 - 6162 MUTTERS - T 0512 570951 - F 0512 570952 - mmzt@aon.at