



faton[®]

STAHLFASERBETON

BETON UND STAHL AUS EINEM GUSS

Technische Informationen für Tragwerk- und Objektplaner



Building a better future

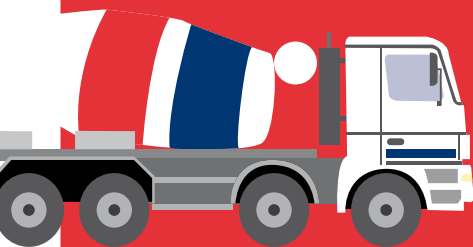
CEMEX.

IHR BAUSTOFFLIEFERANT.

Ganz gleich, welche Pläne Sie haben – mit CEMEX nutzen Sie das internationale Know-how eines weltweit führenden Herstellers von Baustoffen.

Unser breites Produktportfolio umfasst Gesteinskörnungen, Zement, Beton, Spezialbaustoffe sowie Zusatzmittel.

Mit unseren Produkten lassen sich Ihre Ideen verwirklichen – egal ob Wohnhaus, Industrieanlagenbau oder innovative Tiefbau-Objekte.



***Die Brücke zwischen
Qualitätsanspruch und
Wirtschaftlichkeit.***

Durch die heutigen Ansprüche an die Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken wachsen die Anforderungen an die Betongüte und die Bauausführung. Gleichzeitig steigen die Maßstäbe für die Nutzungsfähigkeit von Bauwerken (z. B. WU-Bauwerke aus Beton) und die damit verbundenen erhöhten Anforderungen an die Rissvermeidung und -beherrschung. Hohe Ansprüche an die Qualität einerseits und die Realität eines einschneidenden Kostendrucks auf der anderen Seite scheinen zunehmend miteinander unvereinbar zu werden.

***fatón® ermöglicht
fortschrittliche Konstruktionen.***

Der Einsatz von fatón® eröffnet dem Planer neue und vielseitige Möglichkeiten in der Konstruktion und befreit von den bisher gewohnten materialbedingten Zwängen. fatón® ermöglicht zeitgemäße Lösungen für viele Bereiche des modernen Bauens: einfacher, schneller, besser und kostengünstiger.

Bedingt durch das hohe Anwendungspotenzial ist der Baustoff Stahlfaserbeton in den letzten Jahren verstärkt in den Fokus von Wissenschaft und Forschung im Sektor des Bauwesens gerückt.

Durch umfangreiche Forschungsarbeiten sowie die umfassenden und langjährigen Erfahrungen in der Anwendung von Stahlfaserbeton liegen detaillierte und gesicherte Kenntnisse bezüglich der Wirkungsweisen und Eigenschaften von Stahlfaserbeton vor.

Die Lösung für heutige Herausforderungen im Betonbau.

Wirkungsweise

Zugkräfte können im Normalbeton nur sehr begrenzt und eingeschränkt übertragen werden. Wird diese Grenze überschritten, kommt es zur Rissbildung und das Bauteil versagt unter Lasteinwirkung ohne Vorankündigung. Im Stahlfaserbeton dagegen können, bedingt durch die feste Verankerung der Fasern im Betonstein und der Zugfestigkeit der Fasern, Zugkräfte zwischen den Rissufern übertragen werden.

Der Baustoff Stahlfaserbeton besitzt eine sogenannte Nachrissbiegezugfestigkeit, die bei Normalbeton nur durch den Einbau von entsprechender Betonstahlbewehrung erzielt werden kann.

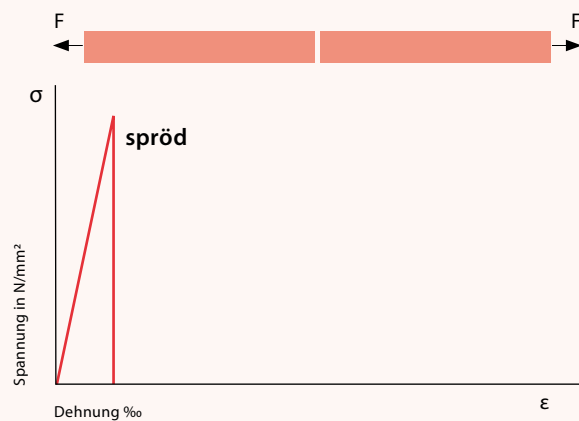
Die Nachrissbiegezugfestigkeit ist von zentraler Bedeutung, da hierdurch die Faserwirkung statisch angesetzt werden kann. Das Nachrisszugverhalten, auch als Arbeitsvermögen bezeichnet, wird zur Klassifizierung der Leistungsfähigkeit von Stahlfaserbetonen herangezogen.

Materialverhalten von Normalbeton und Stahlfaserbeton im Vergleich

Das unterschiedliche Materialverhalten von Normalbeton und Stahlfaserbeton lässt sich sehr gut am Beispiel eines auf zentrischen Zug beanspruchten Balkens aus Beton dar-

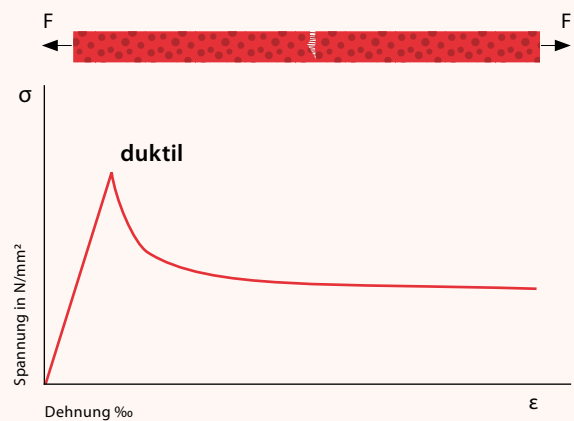
stellen: Wird durch die Beanspruchung die Zugfestigkeit überschritten, kommt es zur Rissbildung über den gesamten Querschnitt.

Normalbeton



Nach erfolgter Rissbildung können keine Zugspannungen mehr zwischen den Rissflanken übertragen werden. Das Bauteil versagt plötzlich, ohne Vorankündigung (sprödes Materialverhalten). Zur Übertragung der Zugkräfte ist entsprechende Betonstahlbewehrung erforderlich.

Stahlfaserbeton



Durch die feste Verankerung der Stahlfasern im Betonstein können weiterhin Zugkräfte zwischen den entstandenen Rissufern übertragen werden. Selbst nach einem vollständigen Durchriss des Querschnitts und bei erheblichen Dehnungen können noch sicher Zugspannungen übertragen werden (duktiles Materialverhalten). Die Nachrisszugfestigkeit ist rechnerisch ansetzbar, wodurch Betonstahlbewehrung vermindert werden oder sogar ganz entfallen kann.

Qualitäts- und Kostenoptimierung

Die Betonstahlbewehrung kann durch den Einsatz von faton® erheblich reduziert werden. Dabei entstehen nicht nur Ersparnisse durch verminderte Bewehrungskosten, sondern auch wesentliche wirtschaftliche Vorteile aus der Rationalisierung des Bauablaufs und der zielsicheren Umsetzung der geforderten Qualitätsstandards. Bereits geringe Mängel in der Ausführung können enorme Einschränkungen hinsichtlich der Nutzungsfähigkeit hervorrufen. Aufwendungen für Nachbesserungs- und Instandsetzungsarbeiten können die Baukosten um ein Vielfaches übertreffen. Die Vermeidung von Fehlern bei der Bauausführung durch einfach zu realisierende Konstruktionen ist deshalb ein entscheidender Schlüssel zur wirtschaftlichen Umsetzung eines Bauvorhabens.

Sichere und unkomplizierte Bauausführung

Die Sicherstellung eines reibungslosen Bauablaufs beginnt bereits bei der Vorauswahl der Baustoffe als Teil der Planung. Der Einsatz von faton® sichert eine qualitative und wirtschaftliche Umsetzung von Bauvorhaben.

Problemlose Ausführung — weniger Einschränkungen in der Planung

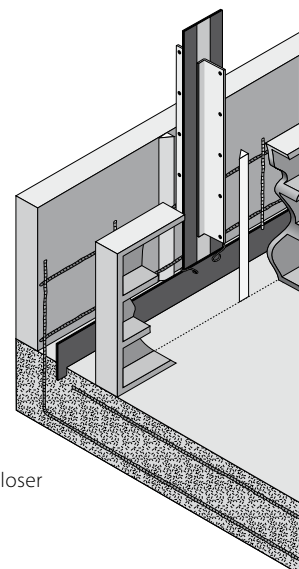
Erstgeprüfte Stahlfaserbetone verfügen bereits über wesentliche Eigenschaften, die Normalbeton erst durch den Einbau von entsprechender Stabstahl- oder Mattenbewehrung erhält. Durch die Reduzierung der erforderlichen Bewehrung wird die Konstruktion und die Bauausführung wesentlich erleichtert.

- // Die Bewehrungsführung ist bedeutend einfacher und übersichtlicher
- // Aufwendige und fehleranfällige Bewehrungsstöße können vermieden werden
- // Erforderliche Betondeckungen können einfacher realisiert werden
- // Der oftmals sehr aufwendig und umständlich auszuführende Bereich des Anschlusses zwischen Bodenplatte und Wänden wird signifikant vereinfacht und dadurch weniger fehleranfällig (Abb. 1)
- // Verdichtungsarbeiten können mit deutlich weniger Einschränkung ausgeführt werden

Auch nach vollständig gerissener Zugzone und bei erheblichen Dehnungen können im Stahlfaserbeton sicher Zugspannungen übertragen werden!

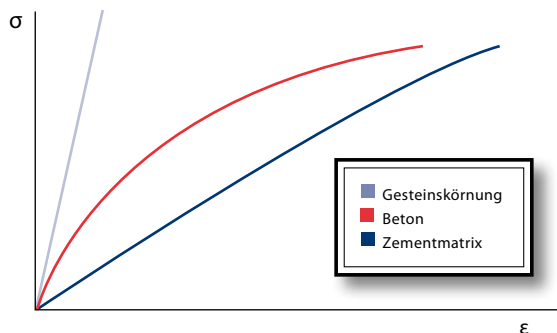
Abb. 1

Einfache und fehlerunanfällige Ausführung des Anschlusses Bodenplatte – Wand als faton® Lösung: keine teuren HS-Matten, kein Einschneiden von Mattenbewehrung, kein aufwendiges Einfädeln, einfacher und problemloser Einbau der Abdichtungstechnik

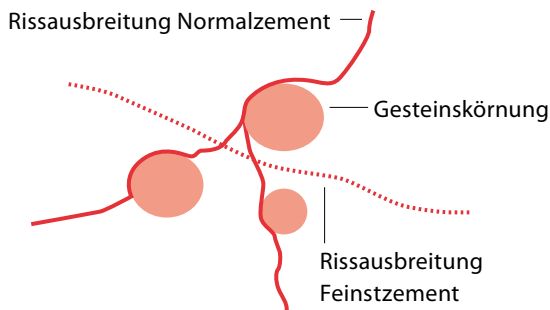


**Der Baustein für
trennrissfreie Konstruktionen!**

**Unterschiedliche Steifigkeiten zwischen
Gesteinskörnung und Zementmatrix (Abb. 1)**



Mikrorissbildung schematisch (Abb. 2)



Mikrorissbildung im Normalbeton (Abb. 3)

Bereits im frühen Betonalter entstehen in der Kontaktzone zwischen der Gesteinskörnung und der Zementmatrix feinste Mikrorisse, die sich zu Makrorissen entwickeln können.



**Reduzierte Rissneigung
– erhöhte Wasserundurchlässigkeit**

Bereits im frühen Alter werden Bauteile aus Beton durch Zwangs- und Eigenspannungen infolge von Schwindprozessen und temperaturbedingten Dehnungen (z. B. abfließende Hydratationswärme) beansprucht. Aufgrund der unterschiedlichen Steifigkeiten der Gesteinskörnungen und der Hydratationsprodukte (Abb. 1) entstehen in der Kontaktzone zwischen Gesteinskörnung und Mörtel- bzw. Zementleimmatrix feinste Mikrorisse (Abb. 2 und 3).

Diese anfänglich noch sehr feinen Mikrorisse wachsen, sofern sie nicht daran gehindert werden, im weiteren Erhärtungsprozess und unter Lastbeanspruchung an und vereinigen sich zu größeren Makrorissen. Die Mikrorissbildung ist bruchmechanisch das erste Stadium der Querschnittschwächung eines Bauteils. Mikrorisse sind Ausgangspunkt für die Entstehung von Biege- und Trennrissen, die eine Einschränkung der Gebrauchstauglichkeit bewirken können.

Die räumliche Verteilung der Stahlfasern in der Mörtelmatrix bewirkt, dass die Mikrorisse von den Fasern gekreuzt werden. Ein Anwachsen der Mikrorisse wird im Stahlfaserbeton dadurch entscheidend behindert. Die Stahlfasern bewirken eine „Rissvernadelung“ (Abb. 4).

Diese Eigenschaft des Stahlfaserbetons ist gerade bei Konstruktionen, bei denen eine Trennrissbildung zur Gewährleistung der Nutzungsfähigkeit grundsätzlich verhindert werden muss (Bsp. WU-Bauwerke im Wohnungsbau nach DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“), von entscheidendem Vorteil.

Rissvernadelung im Stahlfaserbeton (Abb. 4)

Die Entstehung und das Anwachsen von Mikrorissen werden im Stahlfaserbeton durch risskreuzende Stahldrahtfasern gehemmt.



Verringerung der Durchlässigkeit

Wie breit dürfen Trennrisse in Betonbauteilen sein, damit ein Feuchtigkeitsdurchtritt sicher ausgeschlossen werden kann?

Diese Fragestellung wurde z. B. bereits in Heft 483 des DAfStb: „Einfluss von Stahlfasern auf die Durchlässigkeit von Beton“ untersucht. Es wurde festgestellt, dass der Feuchtigkeitsdurchtritt durch Bauteile aus Stahlbeton erst bei einer Trennrissbreite von etwa 0,07 mm zum Stillstand kommt. Dies deckt sich auch mit den z. B. in den Erläuterungstexten zur WU-Richtlinie des DAfStb (DAfStb-Heft 555) veröffentlichten Erkenntnissen.

Im Stahlfaserbeton werden die Entstehung und das Anwachsen von Mikrorissen entscheidend gehemmt. Hierdurch ist es möglich, dass sich Rissversätze über die Bauteildicke einstellen, die die Fließwege nicht nur verlängern und einengen, sondern komplett versperren.

Dies bewirkt eine wesentlich verminderte Durchflussrate bei Stahlfaserbeton-Bauteilen gegenüber Stahlbeton-Bauteilen. Während die kritische Trennrissbreite (= Trennrissbreite, bei der kein Wasserdurchtritt mehr feststellbar ist) bei Stahlbeton mit 0,07 mm ermittelt wurde, ergab sich für Stahlfaserbeton eine um ca. 25 % höhere kritische Trennrissbreite von 0,10 mm (Abb. 5).

Einsparung von Bewehrung zur Rissbreitenbegrenzung

Bei einer Begrenzung des Feuchtigkeitsdurchtritts durch die rechnerische Begrenzung der Trennrissbreiten („Rissbreitenbegrenzung“) sind i. d. R. hohe Betonstahlmengen erforderlich. Durch den Einsatz von faton® kann die zur Rissbreitenbegrenzung erforderliche Bewehrungsmenge erheblich reduziert werden.

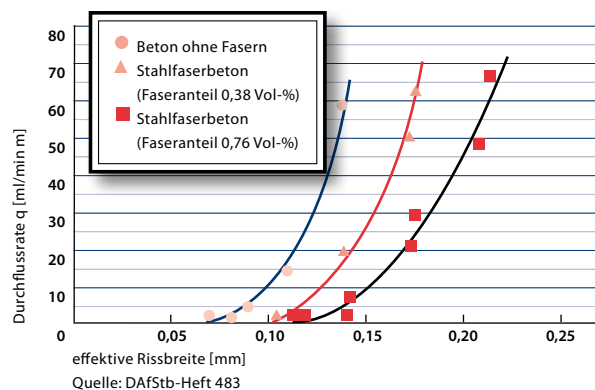


Vorteile von Stahlfaserbeton gegenüber Stahlbeton

Quelle: DAfStb-Heft 483

- // Verringerung der Durchflussrate bis zu 95 %
- // Verringerung der Rissbreite über 50 %
- // Vergrößerung der Biegedruckzone über 30 %

Vergleich Feuchtigkeitsdurchschnitt Stahlbeton – Stalfaserbeton (Abb. 5)



faton®

– das planerische Mittel
zur zielsicheren und wirtschaftlichen
Realisierung von WU-Bauwerken
nach heutigen Standards!

Robust-Baustoff faton®

Vorteile

- // Reduzierte Rissempfindlichkeit
- // Höhere Robustheit
- // Bessere Verschleißfestigkeit, höhere Schlagfestigkeit
- // Betonstahl-Flächenbewehrung kann oft vollständig entfallen, die Bauausführung wird einfacher und rationeller
- // Höhere Einbauleistungen, größere Tagesfelder
- // Weniger Arbeits- und Scheinfugen
- // Geringere Baukosten

faton® – auch bei Bodenplatten im Industrie- und Gewerbebau der ideale Baustoff! Der Baustoff faton® bietet ungeahnte Möglichkeiten in der Konstruktion. Fugenarme Konstruktionen können einfach und sicher realisiert werden. Die enorme Leistungsfähigkeit von faton® befreit von den Zwängen, denen der Planer bei konventionellen Konstruktionen unterliegt. Die Wünsche der Bauherren können einfach und sicher realisiert werden.



in der Ausführung und während der Nutzung!

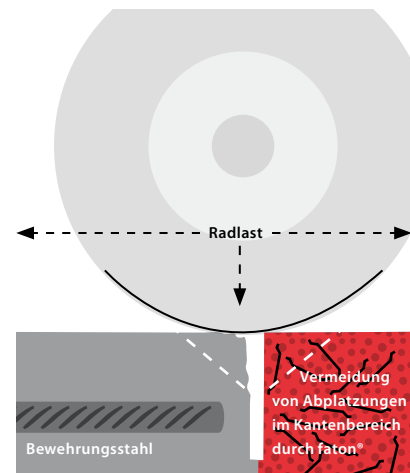
Anforderung an Bodenplatten im Industrie- und Gewerbebau

Tragsystem	Fugen und Rissentwicklung	Bewitterung	Nutzungsanforderungen
<p>Bodenplatte erhält keine Lasteinwirkung aus anderen Bauteilen und keine Aussteifungsfunktion Stützen und Wände sind separat auf Einzel- bzw. Streifenfundamenten gegründet, Bodenplatte fungiert nicht als Zugband bei Rahmenkonstruktionen („nichttragende Bauteile“, i. d. R. außerhalb des Geltungsbereichs der DIN EN 1992-1-1/ DIN EN 1992-1-1 NA)</p> <p>Tragende Bodenplatten Aussteifungsfunktion, Belastung durch andere Bauteile, z. B. Hochregallager</p>	<p>Konstruktionen mit Fugen Trennrissfreie Konstruktionen durch Begrenzung der Plattenabschnitte mit Arbeits- und Scheinfugen</p> <p>Fugenlose Konstruktionen // Konstruktionen mit begrenzter Rissbreitenentwicklung // Trennrissfreie Konstruktionen</p>	<p>In geschlossenen Räumen Ganz oder teilweise im Freien // Mit Frostbeanspruchung // Mit Frost- und Taumittelbeanspruchung</p>	<p>// Beständig gegen mechanischen Verschleiß</p> <p>// Erhöhte Nutzungsanforderungen (dauerhafter Aufenthalt von Personen, Arbeitsstättenrichtlinie)</p> <p>// Wasserundurchlässigkeit</p> <p>// Dichtheit gegen das Eindringen von wassergefährdenden Medien</p> <p>// Widerstandsfähigkeit gegen Stoßbelastungen, dynamischer Beanspruchung</p> <p>// Hohe Anforderungen an die Oberflächenebenheit (Hochregallager, Betrieb von leitliniengeführten Flurförderfahrzeugen)</p>

Geringe Baukosten – hohe Nutzungsfähigkeit? Der Planer kennt das Problem

Bodenplatten im Industrie- und Gewerbebau sind oft nichttragende Konstruktionen. Der Bauherr versteht sie als „Bodenbefestigung“. Was passiert schon, wenn die Bodenplatte den einen oder anderen Fehler hat? Das Gebäude wird bei derartigen Konstruktionen nicht gleich einstürzen, aber Betrieb und Nutzung können zum Erliegen kommen, oftmals mit fatalen wirtschaftlichen Konsequenzen für den Betreiber.

Verbesserte Schlag- und Stoßfestigkeiten und ein gesteigerter Widerstand gegen Verschleiß verlängern Instandsetzungsintervalle und erhöhen die Nutzungsfähigkeit.



Bauwerke mit wasserrechtlichen Anforderungen

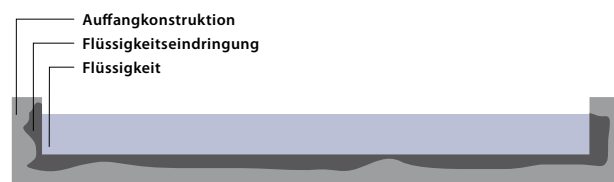
Bauwerke, bei denen mit wassergefährdenden Stoffen (z. B. LAU- oder HBV-Anlagen) umgegangen wird, unterliegen dem Besorgnisgrundsatz des Wasserhaushaltsgesetzes. Mit wassergefährdenden Stoffen (WgSt) beaufschlagte Betonbauteile müssen über die Wasserundurchlässigkeit hinaus auch verhindern, dass diese WgSt das Bauteil durchdringen und das Grundwasser kontaminieren. Alle gemäß der DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ zur Verfügung stehenden Konstruktionsprinzipien können mit Stahlfaserbeton einfacher, nachhaltiger und wirtschaftlicher realisiert werden.

Vorteile

- // Vergrößerung der Biegedruckzonen
- // Ermöglichung trennrissfreier Bauweisen
- // Ermöglichung kleiner Rissbreiten (Rissbreiten < 0,10 mm sind gemäß der Richtlinie nur mit Stahlfaserbeton umsetzbar)
- // Reduzierung der erforderlichen Bewehrung, kleinere Bauteildicken, größere Betonierabschnitte
- // Erhöhung der Schlag- und Stoßfestigkeit
- // Verbesserung der Sicherheit bei dynamischen Belastungen

DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“

Es muss mit ausreichender Sicherheit nachgewiesen werden, dass ein einwirkendes wassergefährdendes Medium nicht die dem Grundwasserhorizont zugewandte Seite der Dichtfläche erreicht. Der Nachweis kann nach folgenden Konstruktionsprinzipien erbracht werden:



Nachweis der Dichtheit

Ungerissener Bereich



$$h \geq 1,5 \cdot e_{tk}$$

$$\text{vorh } \sigma_{cN} \leq f_{ctk;0,05} / 1,25$$

$$\text{vorh } \sigma_{cM} \leq f_{cbk;0,05} / 1,25$$

$$\frac{\text{vorh } \sigma_{cN}}{(f_{ctk;0,05} / 1,25)} + \frac{\text{vorh } \sigma_{cM}}{(f_{cbk;0,05} / 1,25)} \leq 1$$

Nachweis ungerissener Bereiche (trenn- und biegeisfreie Konstruktionen)

Mit faton® werden die Entstehung und das Anwachsen von Mikrorissen entscheidend gehemmt, faton® ermöglicht zielsicher die Realisierung trennrissfreier Konstruktionen

Nachweis Druckzonendichte



$$x \geq 1,5 \cdot e_{tk}$$

$$x \geq 30 \text{ mm}$$

$$x \geq 2 \cdot \varnothing_{\text{Größtkorn}}$$

Nachweis der erforderlichen Biegedruckzonenhöhe

Durch faton® kann die Biegedruckzone um bis zu 30% vergrößert werden.

Trennrissbreiten-Nachweis



$$w_{cal} \geq w_{krit} / 1,5 \text{ oder } h \geq 1,5 \cdot e_{w,tk}$$

Nachweis einer „unschädlichen“ Trennrissbreite

fatón® verringert die Durchflussrate, mit fatón® können zielsicher auch sehr kleine Trennrissbreiten realisiert werden.

Klassifizierung der Leistungsfähigkeit

Nachrissbiegezugfestigkeit

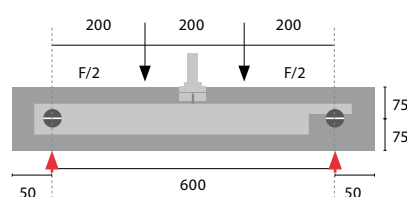
Die Nachrissbiegezugfestigkeit des Stahlfaserbetons ist von wesentlicher Bedeutung, da durch sie die Faserwirkung in der Bemessung eines Bauteils angesetzt werden kann. Sie wird zur Klassifizierung der Leistungsfähigkeit von Stahlfaserbeton genutzt. Die Leistungsfähigkeit wird mittels Prüfungen an balkenförmigen Prüfkörpern (Abb. 1) gemäß DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“ ermittelt. In der Prüfung werden die Kraft und die zugehörige Durchbiegung als Last-Durchbiegungs-Kurve abgebildet. Die an zwei definierten Verformungswerten (0,5 mm; 3,5 mm) ermittelten Lasten dienen zur Ermittlung der Nachrissbiegezugfestigkeiten (Abb. 2).

Leistungsklassen

Auf der Grundlage der Nachrissbiegezugfestigkeiten erfolgt nach statistischer Auswertung die Einstufung in Leistungsklassen. Es sind stets zwei Leistungsklassen anzugeben.

Verformungswerte	Nachweise im Grenzzustand	Leistungsklasse
$\delta_{L1} = 0,5 \text{ mm}$	Gebrauchstauglichkeit	L1
$\delta_{L2} = 3,5 \text{ mm}$	Tragfähigkeit/ Gebrauchstauglichkeit bei Verwendung von Betonstahlbewehrung	L2

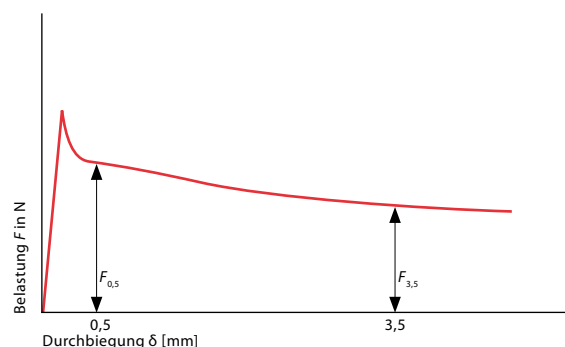
Prüfung (Abb. 1)



Die Durchbiegung des Prüfbalkens wird durch Wegaufnehmer gemessen. Die Kraft und die zugehörige Durchbiegung werden als Last-Durchbiegungs-Kurven zur Bestimmung der Leistungsklassen abgebildet.



Last – Durchbiegung – Beziehung (Abb. 2)



Güteüberwacher Stahlfaserbeton

Die Leistungsfähigkeit des Stahlfaserbetons ist immer ein Produkt aus folgenden Bestandteilen:

Festbetonmatrix

- // w/z-Wert
- // Zementart und -gehalt
- // Druck-/Zugfestigkeit (Art der Gesteinskörnungen)
- // Granulometrie (Gesteinskörnungen, Sieblinien, etc. ...)

Drahtgüte, Zugfestigkeit

Faserverbundeigenschaften

- // Fasergeometrie (Länge, Dicke, l/d)
- // Oberflächenbeschaffenheit
- // Verankerungsart (Endhaken, Wellengeometrie)

Faserdosierung, Faserverteilung

Die Einhaltung der festgelegten Anforderungen an die Frisch- und die Festbetoneigenschaften erfolgt durch Erstprüfungen. Für die Erstprüfungen ist der Hersteller verantwortlich.

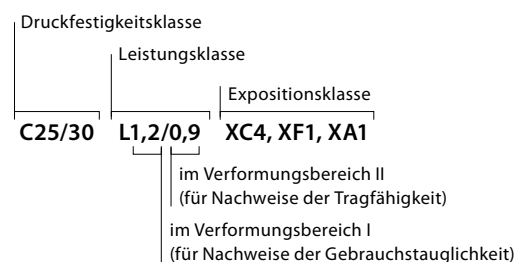
In der Werksproduktion sind folgende Kriterien zu überprüfen:

- // Gleichmäßigkeit der Faserverteilung im Frischbeton
- // Nachrissbiegezugfestigkeit

Dies sind die Grundvoraussetzungen für eine gleichbleibend hohe Qualität werksgemischten Stahlfaserbetons.

Das Zusammenmischen von Beton und Stahlfasern auf der Baustelle birgt dagegen beachtliche Risiken hinsichtlich der Qualität des Baustoffes. Aus einer Angabe des Fasergehaltes alleine ist auch bei gleichbleibendem Fasertyp ein Rückschluss auf die Leistungsfähigkeit des Stahlfaserbetons ausgeschlossen.

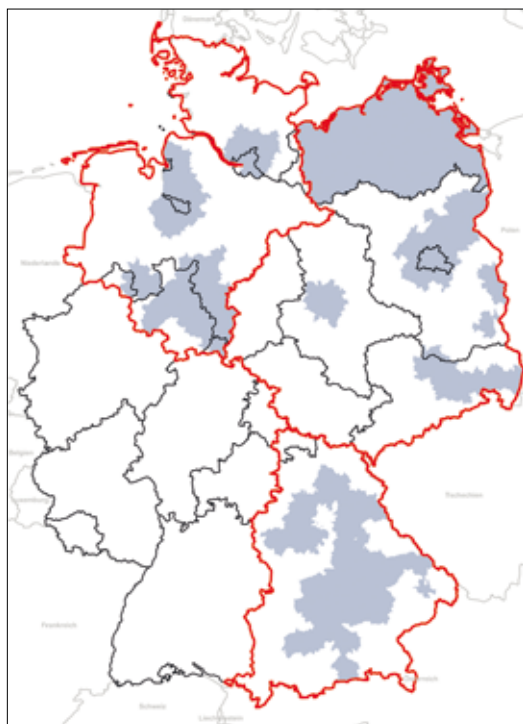
Bezeichnung für einen beispielhaft ausgewählten güteüberwachten Stahlfaserbeton



Güteüberwacher Stahlfaserbeton ist gemäß DIN 1045-2 / DIN EN 206-1 ein Beton nach Eigenschaften und wird durch die folgenden Festbetoneigenschaften festgelegt:

- // Betondruckfestigkeitsklasse (z. B. C25/30)
- // Leistungsklassen (z.B. L1,2/0,9 für die Verformungsbereiche 1 und 2)
- // Expositionsklassen (z. B. XC4, XF1, XA1)

WIR SIND FÜR SIE DA.



Region Nord-West und Region Nord-Ost

Christian Kalytta

Produktmanagement

tel. 0 30. 33 00 92 40

christian.kalytta@cemex.com

Sophienwerderweg 50 // 13597 Berlin

Region Süd

Sascha Peters

Produktmanagement

tel. 0 89. 90 05 51 58

sascha.peters@cemex.com

Am Westerluß 101 // 85609 Aschheim



www.cemex.de/faton.aspx

Herausgeber

CEMEX Deutschland AG // Frankfurter Chaussee // 15562 Rüdersdorf // www.cemex.de
kundenservice.de@cemex.com // Kundenservice-Center 0 30. 3 55 30 52 86



Building a better future