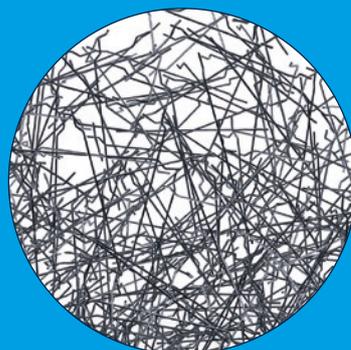


STAHL- UND POLYMERFASER- BETON IN DEUTSCHLAND

WHITE PAPER

1	Executive Summary	3
2	Einsatz von Stahl- und Polymerfasern in Beton	4
	2.1 Einleitung	4
	2.2 Normative Grundlagen Faserbeton	4
	2.3 Besonderheiten Polymerfasern (Kunststofffasern)	6
3	Anwendung von Stahl- und Polymerfasern	8
	3.1 Allgemeines	8
	3.2 Stahlfaserbeton Anwendung	8
	3.3 Polymerfaserbeton Anwendung	11
	3.4 Einsatz von Polymerfasern im Industrieboden	12
	3.5 Übersicht Anwendungen	14
4	Fazit	15
5	Literatur	16
6	Kontakt	17
7	Referenzen	18

- In Deutschland kommen bei Faserbeton hauptsächlich Stahlfasern und zu einem geringeren Anteil Polymerfasern zum Einsatz.
- Stahlfaserbeton ist in Deutschland ein geregelter Baustoff und kann dadurch bemessen und angewendet werden.
- Polymerfasern nach DIN EN 14889-2 können über ein CE-Kennzeichen zwar in den Markt gebracht werden, jedoch ist die Anwendung nur mit einer allgemeinen bauaufsichtliche Zulassung (abZ) zugelassen, wenn baurechtliche Anforderungen vorhanden sind und/oder Beton gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 zum Einsatz kommt.
- In Deutschland gibt es kein baurechtlich eingeführtes Dokument, dass die Bemessung von Polymerfaserbeton regelt, wenn die Fasern statisch angesetzt werden sollen. Daher muss neben einer abZ für die Polymerfaser eine abZ oder eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) vorhanden sein.
- Polymerfasern dürfen in Deutschland ohne weitere Nachweise nicht als statisch wirksam verwendet werden, sondern nur in Bauteilen/Bauwerken mit niedrigem Gefährdungspotential (ohne baurechtliche und/oder wasserrechtliche Anforderungen) eingesetzt werden, ohne weitere Randbedingungen zu beachten, wenn kein Beton gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 zum Einsatz kommt. Hier sind die Fasern jedoch nicht statisch anzusetzen. Die residuelle Biegezugfestigkeit (Leistungsklasse) darf angesetzt werden.



2.1 Einleitung

In Deutschland werden im Faserbeton überwiegend Stahlfasern eingesetzt. Neben Stahlfasern kommen zudem Polymerfasern zum Einsatz, die ebenfalls als Kunststofffasern bezeichnet werden.

Zu einem geringen Anteil kommen auch andere Fasern, die z. B. aus alkaliresistentem (AR-) Glas, Basalt oder Carbon bestehen, zum Einsatz.

Dieses White Paper konzentriert sich auf die Anwendung von Stahl- und Polymerfasern in Deutschland.

Die folgenden beiden Fragen sind für den zielsicheren Einsatz der beiden Faserarten in Deutschland essentiell:

1. Welche technischen Anforderungen werden an die Eigenschaften gestellt?
2. Welche formalen Anforderungen sind vorhanden, um die Faser im jeweiligen Anwendungsgebiet einsetzen zu dürfen?

In den nachfolgenden Abschnitten werden zunächst die normativen Grundlagen zusammenfassend dargestellt und anschließend die Einordnung in die jeweiligen Anwendungsfelder vorgestellt.

2.2 Normative Grundlagen Faserbeton

Für den Einsatz von Stahlfaserbeton sind in Deutschland diverse Regelwerke zu beachten.

Die **Bemessung** von (Faser-) Beton erfolgt gemäß Eurocode 2 (EC2) „Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“, Ausgaben: DIN EN 1992-1-1:2011-01 [1] und DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 (NA) [2].

Der **Baustoff „Beton“** wird in Deutschland über die DIN EN 206-1 „Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“, Ausgabe: 2001-07 [3] in Verbindung mit der DIN 1045-2 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1, Ausgabe: 2008-08 [4] geregelt. Die DIN EN 206-1 [3] ist zurückgezogen, aber in Deutschland bauaufsichtlich relevant, da sich die aktuell gültige DIN 1045-2 [4] auf die DIN EN 206-1 bezieht und die DIN EN 206 bauaufsichtlich noch nicht eingeführt ist (vgl. aktuelle Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MV V TB), Ausgabe 2021/1 [5]).

Die Vorgaben zur **Ausführung** von Tragwerken aus Beton sind in der DIN EN 13670, Ausgabe: 2011-03 [6] zu finden.

Für die beiden Faserarten „**Stahl- und Polymerfasern**“ sind aktuell die beiden folgenden **Produktnormen** gültig:

DIN EN 14889-1 „Fasern für Beton - Teil 1: Stahlfasern - Begriffe, Festlegungen und Konformität“, Ausgabe: 2006-11 [7]

DIN EN 14889-2 „Fasern für Beton - Teil 2: Polymerfasern - Begriffe, Festlegungen und Konformität“, Ausgabe: 2006-11 [8]

Für den Einsatz von **Stahlfasern als Betonzusatzstoff** gilt in Deutschland die Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) „Stahlfaserbeton Ergänzungen und Änderungen zu DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 und DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3“, Ausgabe: 2021:06 [9]. Für **Polymerfasern** gibt es aktuell kein korrespondierendes Regelwerk.

In der Bemessungsnorm (EC2 [1, 2]) sind keine Angaben zur Verwendung von Fasern enthalten, während in der DIN EN 206-1 [3] in Bezug auf Fasern Folgendes ausgeführt wird:

„Zusätzliche oder abweichende Anforderungen können in anderen Teilen dieser Norm oder in anderen besonderen Europäischen Normen angegeben sein, z. B. für [...] die Verwendung anderer Baustoffe (z. B. Fasern) oder in 5.1 nicht enthaltener Ausgangsstoffe [...].“

Der Abschnitt 5.7.1 der DIN 1045-2 [4] konkretisiert die Anwendung von Faserbeton in Deutschland sowohl für Stahl- und Polymerfasern:

„Als geeignet gelten **lose Stahlfasern nach DIN EN 14889-1**, deren Konformität mit dem System der **Konformitätsbescheinigung „1“** nachgewiesen worden ist. Ebenso als geeignet gelten **geklebte oder in einer Dosierverpackung zugegebene Stahlfasern nach DIN EN 14889-1**, wenn ihre Verwendbarkeit hinsichtlich der Lieferform durch eine **allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)** nachgewiesen ist. **Polymerfasern nach DIN EN 14889-2** sind nur geeignet, wenn ihre Verwendbarkeit durch eine **allgemeine bauaufsichtliche Zulassung** nachgewiesen ist.“

Als geeignet gelten **lose Stahlfasern nach DIN EN 14889-1, deren Konformität mit dem System der Konformitätsbescheinigung „1“ nachgewiesen worden ist.**

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Einsatz von Stahlfasern in Beton nach DIN EN 206-1 [3] in Verbindung mit DIN 1045-2 [4] und der Richtlinie „Stahlfaserbeton“ [9] des DAfStb geregelt ist. Für Polymerfasern gibt es kein zur

Stahlfaserbeton-Richtlinie bauaufsichtlich eingeführtes Dokument, sodass die Verwendbarkeit durch eine abZ nachgewiesen werden muss.

Eine Bemessung für Polymerfasern gemäß EC2 als statisch wirksame Faser ist somit nicht möglich, da nur unbewehrt bemessen werden darf!

Der Bauherr ist darüber aufzuklären, wenn andere Regelwerke herangezogen werden (z. B. TR034 [19]). Diese zählen in Deutschland nicht zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

2.3 Besonderheiten Polymerfasern (Kunststofffasern)

Polymerfasern sind gemäß Produktnorm DIN EN 14889-2 [8] vom Hersteller nach ihrer physikalischen Form wie folgt zu klassifizieren.

- Klasse Ia: Mikrofaser mit einem Durchmesser $< 0,30$ mm; als Monofilamente ausgebildet;
- Klasse Ib: Mikrofaser mit einem Durchmesser $< 0,30$ mm; fibrilliert;
- Klasse II: Makrofaser mit einem Durchmesser $> 0,30$ mm.

Die DIN EN 14889-2 für Polymerfasern unterscheidet nach Verwendungszweck in Bezug auf das System der Konformitätsbescheinigung

- **Tragende** Zwecke: System „1“
(Fremdüberwachung (inkl. Materialprüfungen) & Werkseigene Produktionskontrolle)
- **Andere** Zwecke System „3“
(Werkseigene Produktionskontrolle)

Bei Polymerfasern die nach System 1 überwacht werden, wirkt sich die Zugabe der Fasern auf die Tragfähigkeit aus. Als Tragfähigkeit werden bei Polymerfasern neben der statischen Wirksamkeit ebenfalls die Anwendungsfälle „Brandschutz“ und „Schrumpfrissbildung“ definiert.

Für den Brandschutz werden Mikrofasern verwendet. Für die Schrumpfrissbildung gibt es sowohl zugelassene Mikro- als auch Makrofaser. Für den Anwendungsfall der statischen Wirksamkeit kommen Makrofaser zum Einsatz. Die Tabelle 1 in Abschnitt 3.5 zeigt sowohl für Stahl- als auch für Polymerfasern eine Übersicht der Anwendungsfelder.

Es dürfen nur Polymerfasern eingesetzt werden, deren Wirksamkeit für Beton als statisch wirksame Faser nachgewiesen ist. Auch bei den Anwendungsfällen „Schrumpfrissbildung“ oder „Brandschutzwirkung“ muss die Wirksamkeit für den Anwendungsfall nachgewiesen sein. In den aktuellen abZ zu den statisch wirksamen Polymerfasern wird Folgendes ausgeführt:

„Für den Beton ist die Wirksamkeit der PP-Faser als statisch wirksame Faser in **Bauprodukten**, für deren Verwendung jedoch eine **gesonderte allgemeine bauaufsichtliche Zulassung** oder **Zustimmung im Einzelfall erforderlich** ist, nachgewiesen.

Für die Verwendung von Polymerfasern als statisch wirksame Bewehrung ist immer ein gesonderter Nachweis für die konkrete Anwendung als Faserbeton notwendig.

Bauprodukte aus dem Beton, bei denen die Festigkeitseigenschaften der Fasern statisch in Rechnung gestellt werden, bedürfen einer **gesonderten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung** oder einer **Zustimmung im Einzelfall**.

Der Beitrag der Polymerfaser zum **Tragwiderstand** eines Faserbetonbauteils ist temperatur- und zeitabhängig und ist durch eine **allgemeine bauaufsichtliche Zulassung** oder eine **Zustimmung im Einzelfall** nachzuweisen.

Für die Verwendung von Polymerfasern als statisch wirksame Bewehrung ist immer ein gesonderter Nachweis für die konkrete Anwendung als Faserbeton notwendig [10].

In Deutschland werden gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 keine konkreten Mindestanforderungen an Fasern gestellt.

Polymerfasern nach DIN EN 14889-2 können über ein CE-Kennzeichen zwar in den Markt gebracht werden, jedoch ist die Anwendung nur mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) zugelassen, wenn baurechtliche Anforderungen vorhanden sind und/oder Beton gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 zum Einsatz kommt.

3.1 Allgemeines

Die Einsatzgebiete von Stahl- und insbesondere von Polymerfasern sind abhängig von den Beanspruchungen, denen das Bauwerk bzw. das Bauteil ausgesetzt ist. Das folgende Bild 1 zeigt die Abhängigkeit der wirksamen Biegezugfestigkeit von der Dosierung sowohl für Stahl- als auch Polymerfasern (hier: Makrokunststofffasern). Die Untersuchungen erfolgten gemäß SIA 162/6 [16].

Es kann eine Steigerung der wirksamen Biegezugfestigkeit der Polymerfasern gegenüber den Stahlfasern durch eine Erhöhung des Fasergehaltes nicht erreicht werden.

Während mit den untersuchten Polymerfasern mit Gehalten von ca. 1 bis etwa 11 kg/m³ wirksame Biegezugfestigkeiten f_{ctf} im Bereich von ca. 0,3 bis 1,1 N/mm² erreicht werden, sind bei den untersuchten Stahlfasern wirksame Biegezugfestigkeiten von ca. 0,4 bis etwa 2,3 N/mm² vorhanden. Mit einer Dosierung von ca. 10 kg/m³

der Polymerfasern wird die gleiche Leistungsfähigkeit erreicht wie mit ca. 25 kg/m³ Stahlfasern. Gemäß den Ausführungen in [15] kann eine Steigerung der wirksamen Biegezugfestigkeit der Polymerfasern gegenüber den Stahlfasern durch eine Erhöhung des Fasergehaltes nicht erreicht werden.

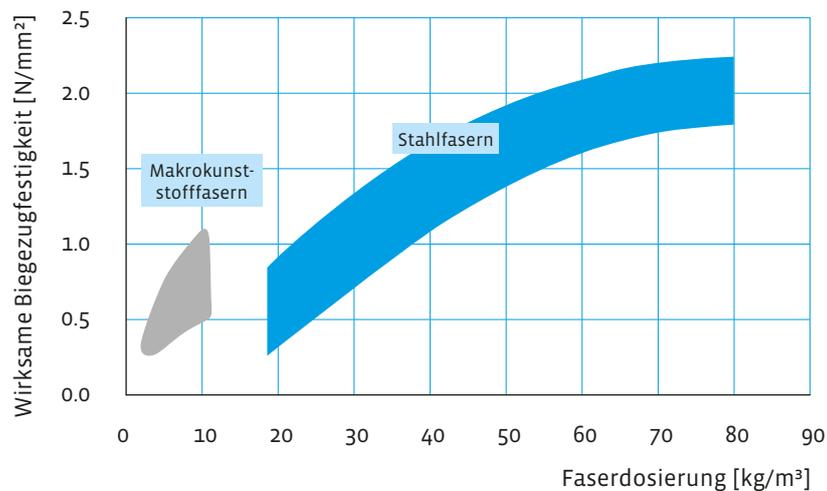
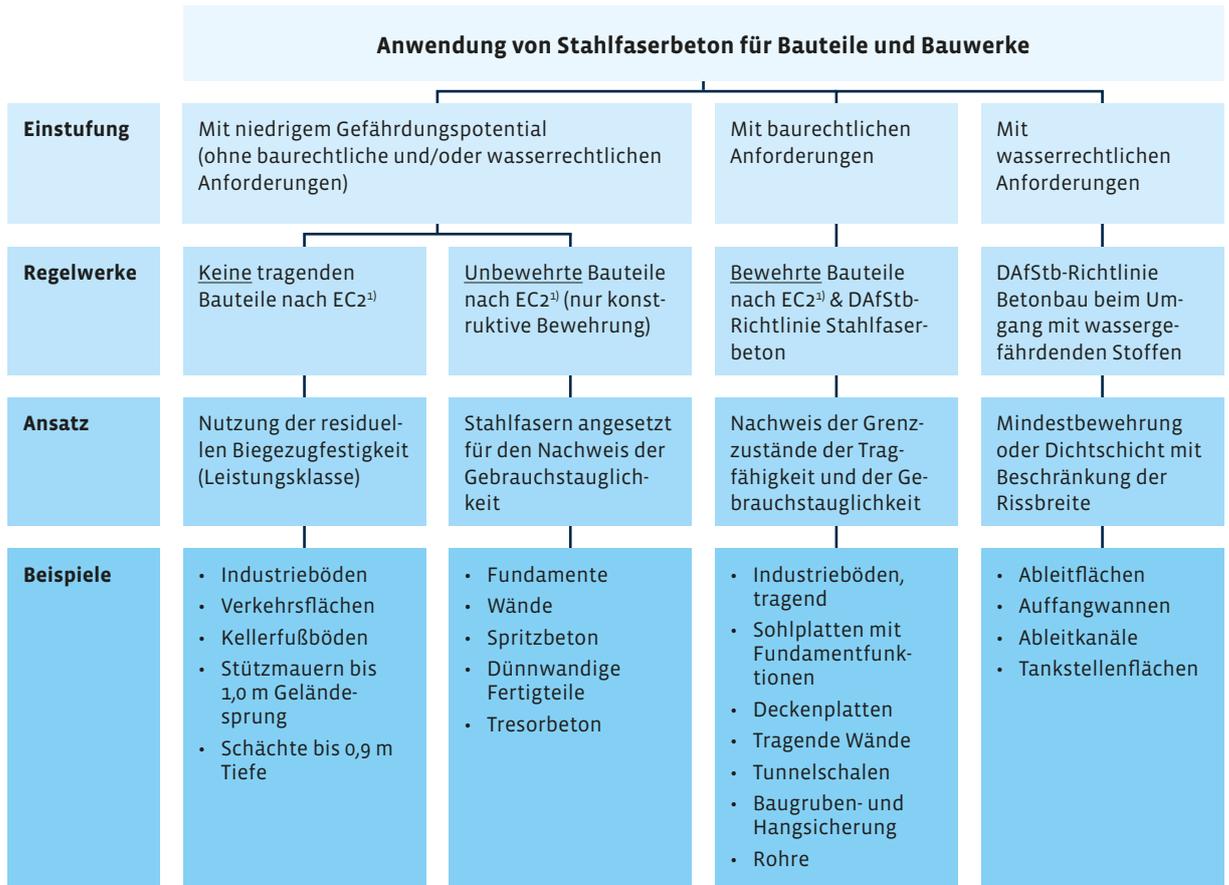


Bild 1: Wirksame Biegezugfestigkeit f_{ctf} nach SIA 162/6 unterschiedlicher Fasertypen in Abhängigkeit von der Dosierung [15], Abrufdatum: 11.07.2022

3.2 Stahlfaserbeton Anwendung

Bei der Anwendung von Stahlfaserbeton für Bauteile und Bauwerke in Deutschland muss zunächst eine Bewertung in Form einer Einstufung durchgeführt werden. Wie Bild 2 zu entnehmen ist, kann eine Einstufung des Bauteils bzw. des Bauwerks mit niedrigem Gefährdungspotential, mit baurechtlichen Anforderungen oder mit wasserrechtlichen Anforderungen erfolgen.



³⁾ EC2: DIN EN 1992-1-1:2011-01 [1] in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 [2]

Bild 2: Anwendungen von Stahlfaserbeton für Bauteile und Bauwerke in Anlehnung an [14]

Eine Einstufung mit einem niedrigen Gefährdungspotential ist gleichbedeutend damit, dass weder bau- noch wasserrechtliche Anforderungen an das Bauteil oder Bauwerk aus Stahlfaserbeton gestellt werden. Wie bereits in Abschnitt 2.3 ausgeführt, ist für Polymerfasern auch hier eine abZ erforderlich, wenn Beton gemäß DIN EN 206-1 [3] in Verbindung mit DIN 1045-2 [4] zum Einsatz kommt.

Bei Bauteilen oder Bauwerken mit niedrigem Gefährdungspotential gibt es zudem eine Unterscheidung zwischen nicht tragenden Bauteilen/Bauwerken nach EC2 [1, 2] oder unbewehrten Bauteilen bzw. Bauwerken nach EC2 [1, 2], bei denen nur die konstruktive Bewehrung berücksichtigt wird. Bei nicht tragenden Bauteilen/Bauwerken kann die residuelle Biegezugfestigkeit (Leistungsklasse) angesetzt werden, wohingegen bei den unbewehrten Bauteilen die Stahlfasern für den Nachweis des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit (GZG) angerechnet werden dürfen. Bild 2 zeigt entsprechende Beispiele der beiden Anwendungsgebiete, wie z. B. (nicht tragende) Industrieböden (vgl. Abschnitt 3.4) oder befahrene Freiflächen.

Bei baurechtlichen Anforderungen – bewehrte Bauteile nach EC2 [1, 2] – ist die Richtlinie Stahlfaserbeton [9] zu berücksichtigen. Für diese Bauteile/Bauwerke aus Stahlfaserbeton ist es möglich, die Wirksamkeit der Stahlfasern sowohl für den

Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) als auch für den GZG anzusetzen. Als Beispiele sind hier tragende Industrieböden, Deckenplatten und Tunnelschalen zu nennen. Weitere Beispiele sind in Bild 2 aufgeführt.

Bei baurechtlichen Anforderungen – bewehrte Bauteile nach EC2 – ist die Richtlinie Stahl-faserbeton zu berücksichtigen.

Gibt es wasserrechtliche Anforderungen an das Bauteil/Bauwerk, wie z. B. bei Ableitflächen und -kanälen, Auffangwannen oder Tankstellenflächen (vgl. Bild 2), sind die Vorgaben/Anforderungen der Richtlinie zum „Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ [17] des DAfStb zu beachten. Bei diesen

Bauteilen bzw. Bauwerken können die Stahlfasern für die Mindestbewehrung oder als Dichtschicht mit Beschränkung der Rissbreite zum Ansatz gebracht werden.

Das folgende Bild 3 entstammt dem Merkblatt „Industrieböden aus Stahlfaserbeton“ [13] des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins (DBV). Dieses Merkblatt bzw. die enthaltenen Ausführungen sind „nur“ für Industrieböden aus Stahlfaserbeton heranzuziehen, wenn diese Industrieböden keine tragende oder aussteifende Funktion gemäß EC2 [1, 2] übernehmen. Für dieses Anwendungsgebiet ist das DBV-Merkblatt sehr gut, um Industrieböden aus Stahlfaserbeton für Frei- und Hallenflächen mit Betondruckfestigkeitsklassen von C20/25 bis C40/50 zu bemessen, konstruieren, herstellen und ausführen zu können.

Wie bereits ausgeführt, sind bei tragenden oder aussteifenden Industrieböden die Anforderungen/Vorgaben der Stahlfaserbeton-Richtlinie [9] zu beachten. Sind wasserundurchlässige Industrieböden gefordert, ist die „WU-Richtlinie“ [18] des DAfStb zu beachten. Ist ein Industrieboden wassergefährdenden Stoffen ausgesetzt, ist wie zuvor beschrieben, die Richtlinie zum „Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ [17] des DAfStb zu berücksichtigen.

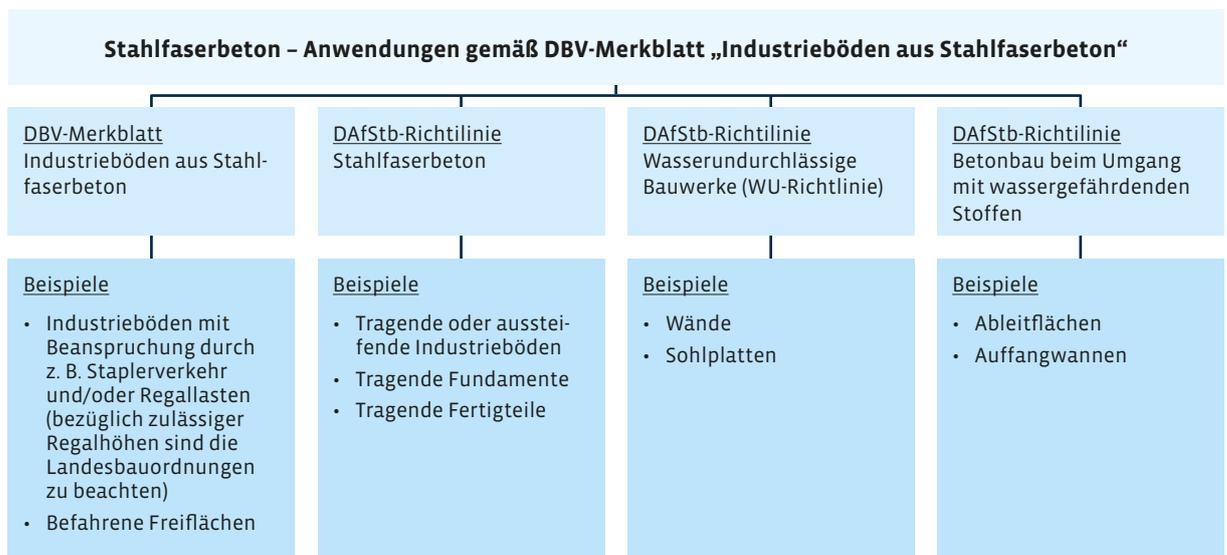


Bild 3: Industrieböden aus Stahlfaserbeton gemäß [13]

3.3 Polymerfaserbeton Anwendung

In Abschnitt 2.2 wurde aufgezeigt, dass es in Deutschland für Polymerfaserbeton kein korrespondierendes Regelwerk zur Stahlfaserbetonrichtlinie [9] gibt. Das Bild 4 für die Anwendung von Polymerfaserbeton ist prinzipiell gleich aufgebaut wie Bild 2 in Abschnitt 3.2 für die Anwendung von Stahlfaserbeton.

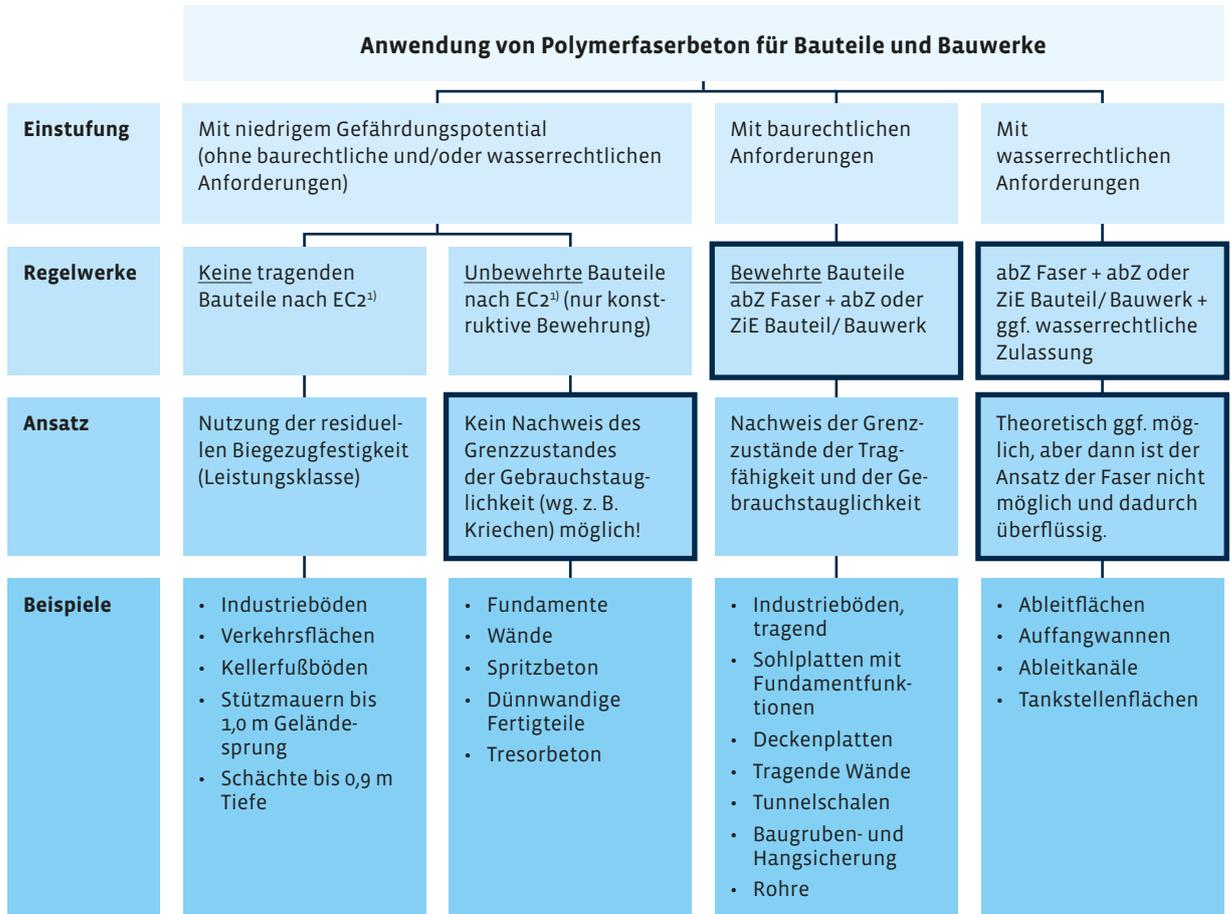
Es ist eine weitere abZ oder ZiE notwendig, wenn die Polymerfasern für den GZG und den GZT angesetzt werden soll.

Für nicht tragende Bauteile bzw. Bauwerke nach EC2 mit niedrigem Gefährdungspotential ist wie bei Stahlfaserbeton der Ansatz zur Nutzung der

residuellen Biegezugfestigkeit möglich, bei unbewehrten Bauteilen können die Polymerfasern jedoch nicht zum Nachweis des GZG angesetzt werden.

Bei Bauteilen/Bauwerken mit baurechtlichen Anforderungen (bewehrte Bauteile) ist zum einen eine abZ für die Polymerfaser zur statischen Wirksamkeit erforderlich. Des Weiteren ist eine weitere abZ oder ZiE notwendig, wenn die Polymerfasern für den GZG und den GZT angesetzt werden soll.

Bei den wasserrechtlichen Anforderungen wird ebenfalls eine abZ für die Polymerfaser benötigt. Zudem muss eine weitere abZ/ZiE sowie ggf. eine wasserrechtliche Zulassung erwirkt werden. Zielführend ist dies jedoch nicht, da diese Betrachtung rein theoretischer Natur ist, da die Faser dennoch nicht angesetzt werden darf.



³⁾ EC2: DIN EN 1992-1-1:2011-01 [1] in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 [2]

Bild 4: Anwendungen von Polymerfaserbeton für Bauteile und Bauwerke in Anlehnung an [14]

Für die Anwendungsfälle „Schrumpfrissbildung“ und „Brandschutz“ ist ebenfalls eine abZ erforderlich (vgl. Abschnitt 2.3). Im folgenden Abschnitt wird detailliert auf den Anwendungsfall „Industrieböden“ für Polymerfasern eingegangen.

3.4 Einsatz von Polymerfasern im Industrieböden

Polymerfasern kommen in Deutschland überwiegend im Industrieböden zum Einsatz. Der Einsatz von Polymerfasern ist gemäß DBV-Merkblatt „Industrieböden aus Beton“, Ausgabe Februar 2017 [11] möglich, jedoch kann bei den Polymerfasern keine Tragfähigkeit angesetzt werden:

„Als **unbewehrte Betonplatten** werden in diesem Merkblatt Ausführungen **ohne Bewehrung** oder mit **konstruktiven Bewehrungen**, die **unterhalb der Mindestbewehrung nach [... (EC2)...]** liegen, und ohne Stahlfasern bezeichnet. [...] Betonplatten mit Kunststofffasern sind wie **unbewehrte Betonplatten** zu behandeln.“

Industrieböden werden baurechtlich relevant, wenn...

... diese tragend oder aussteifend sind.

... Regalanlagen eingebaut werden, die tragende oder aussteifende Bestandteile eines Gebäudes sind oder wenn die Regalanlage nur durch das Tragwerk des Gebäudes seine Standsicherheit erhält [12]. Die jeweilige Landesbauordnung (LBO) regelt dies maßgebend.

In Deutschland gibt es kein baurechtlich eingeführtes Dokument, dass die Bemessung von Polymerfaserbeton regelt, wenn die Faser statisch angesetzt werden soll.

In diesen Fällen ist bei Polymerfasern immer ein gesonderter Nachweis in Form einer abZ oder einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) zu erbringen! In Deutschland gibt es kein baurechtlich eingeführtes Dokument, dass die Bemessung von Polymerfaserbeton regelt, wenn die Faser statisch angesetzt werden soll. Daher muss neben einer

abZ für die Polymerfaser eine abZ oder eine ZiE vorhanden sein.

Eine Bemessung gemäß EC2 als statisch wirksame Faser ist somit nicht möglich, da nur unbewehrt bemessen werden darf!

Der Bauherr ist darüber aufzuklären, wenn andere Regelwerke herangezogen werden (z. B. TR034). Diese zählen in Deutschland nicht zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

3.5 Übersicht Anwendungen

In den vorherigen Abschnitten wurden die Anwendung von Stahl- und Polymerfasern in Beton insbesondere im Hinblick auf den statischen Ansatz dargestellt. Die Tabelle 1 zeigt die Anwendungen für Stahlfasern und Polymerfasern. Bei den Polymerfasern erfolgt eine getrennte Betrachtung für Makro- und Mikrokunststofffasern (vgl. Abschnitt 2.3).

Mit Stahlfasern können alle aufgeführten Anwendungen bis auf die positive Beeinflussung des plastischen Schwindens abgedeckt werden. Die Makrokunststofffaser verbessert die Grundstandfestigkeit, das Trockenschwinden wasserdichter Bauteile und den Tragwiderstand ermüdungsbeanspruchter Bauteile. Mit der Mikrokunststofffaser kann das Verhalten von Beton, der im Gefälle eingebaut wird, verbessert werden ebenso wie das plastische Schwinden verringert und der Brandschutz erhöht werden.

Anwendung	Stahlfasern	Makrokunststofffasern	Mikrokunststofffasern
Gefälleneigung	■	■	■
Grundstandfestigkeit von Fertigteilen (Tübbing, Rohre, Kanalelemente)	■	■	■
Plastisches Schwinden	■	■	■
Trockenschwinden (wasserdichte Bauteile)	■	■	■
Tunnelsicherung Spritzbeton	■	■	■
Duktilität bei schlag- und stoßbelasteten Bauteilen (Industrieböden, Leitmauern, Bunkern)	■	■	■
Erhöhung des Tragwiderstands (ermüdungsbeanspruchte Bauteile)	■	■	■
Verbesserung des Abrasionswiderstandes	■	■	■
Ersatz der konstruktiven Bewehrung (Fundamente, Kelleraußenwände)	■	■	■
Erhöhung des Brandwiderstandes	■	■	■
Fugenlose dichte Bodenplatten	■	■	■

Tabelle 1: Anwendungsgebiete für Faserbeton [15]

Im Rahmen dieses White Papers wurden die Anwendung bzw. die Anwendungsgebiete von Stahl- und Polymerfaserbeton in Deutschland aufgezeigt. Für den Planer und Bemesser ist es elementar, alle vorhandenen Anforderungen an das Bauteil/Bauwerk zu kennen, um dieses richtig einzustufen zu können.

- Handelt es sich um eine Bauteil bzw. Bauwerk mit niedrigem Gefährdungspotential oder gibt es baurechtliche Anforderungen?
- Gibt es weitere Vorgaben, z. B. durch die Beaufschlagung mit wassergefährdenden Stoffen?

Aufgrund der Anforderungen und Vorgaben, die sich daraus ergeben müssen die in Abschnitt 2.1 eingangs gestellten Fragen beantwortet werden:

1. Welche technischen Anforderungen werden an die Eigenschaften gestellt?
2. Welche formalen Anforderungen sind vorhanden, um die Faser im jeweiligen Anwendungsgebiet einsetzen zu dürfen?

Wie aufgezeigt, ist die Anwendung von Stahlfasern in Beton für Deutschland durch die Stahlfaserbeton-Richtlinie des DAfStb geregelt, sodass es eindeutige Regelungen zur Bemessung gibt.

Für Polymerfasern gibt es kein korrespondierendes Regelwerk. Polymerfasern dürfen in Deutschland per CE-Kennzeichen auch ohne abZ in den Markt gebracht werden. Eine Verwendung von Polymerfasern ohne abZ ist in Deutschland für Beton gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 nicht erlaubt.

Polymerfasern dürfen in Deutschland ohne weitere Nachweise nicht als statisch wirksam verwendet werden, sondern nur in Bauteilen/Bauwerken mit niedrigem Gefährdungspotential (ohne baurechtliche und/oder wasserrechtliche Anforderungen) eingesetzt werden, ohne weitere Randbedingungen zu beachten, wenn kein Beton gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 verwendet wird. Hier sind die Fasern jedoch nicht statisch anzusetzen. Die residuelle Biegezugfestigkeit (Leistungsklasse) darf angesetzt werden.

In Deutschland gibt es kein baurechtlich eingeführtes Dokument, das die Bemessung von Polymerfaserbeton regelt, wenn die Faser statisch angesetzt werden soll. Daher muss neben einer abZ für die Polymerfaser eine abZ oder eine ZiE für das Bauteil/Bauwerk vorhanden sein. Eine Bemessung für Polymerfasern gemäß EC2 als statisch wirksame Faser ist somit nicht möglich, da nur unbewehrt bemessen werden darf.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Polymerfasern nach DIN EN 14889-2 über ein CE-Kennzeichen zwar in den Markt gebracht werden können, jedoch ist die Anwendung nur mit einer allgemeinen bauaufsichtliche Zulassung (abZ) zugelassen, wenn baurechtliche Anforderungen vorhanden sind und/oder Beton gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 zum Einsatz kommt.

Der Bauherr ist darüber aufzuklären, wenn andere Regelwerke herangezogen werden (z. B. TR034). Diese zählen in Deutschland nicht zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

5. LITERATUR

- [1] DIN EN 1992-1-1:2011-01: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [3] DIN EN 206-1:2001-07: Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000 (zurückgezogen)
- [4] DIN 1045-2:2008-08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
- [5] Deutsches Institut für Bautechnik: Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB). Ausgabe 2021/1, Berlin, 4. März 2022 (Druckfehlerberichtigung)
- [6] DIN EN 13670:2011-03: Ausführung von Tragwerken aus Beton; Deutsche Fassung EN 13670:2009
- [7] DIN EN 14889-1:2006-11: Fasern für Beton - Teil 1: Stahlfasern - Begriffe, Festlegungen und Konformität; Deutsche Fassung EN 14889-1:2006
- [8] DIN EN 14889-2:2006-11: Fasern für Beton - Teil 2: Polymerfasern - Begriffe, Festlegungen und Konformität; Deutsche Fassung EN 14889-2:2006
- [9] DAfStb Stahlfaserbeton:2021-06: Stahlfaserbeton - Ergänzungen und Änderungen zu DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 und DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 - Teil 1: Bemessung und Konstruktion - Teil 2: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Teil 3: Hinweise für die Ausführung
- [10] Breitenbücher, R.: Gutachtliche Stellungnahme B 128 / 2016 zu den aktuellen bautechnischen Regeln für die Verwendung von Polymerfasern in Beton
- [11] DBV-Merkblatt Industrieböden, Beton:2017-02: Merkblatt - Industrieböden aus Beton
- [12] https://www.haehnel-regale.de/_daten/downloads/fachbuch/behandlung_v_regalanlagen.pdf, Abrufdatum: 21.07.2022
- [13] DBV-Merkblatt Industrieböden, Stahlfaserbeton:2013-07: Merkblatt - Industrieböden aus Stahlfaserbeton – Besonderheiten bei Bemessung und Konstruktion, Herstellung und Ausführung
- [14] Schulz, M.: Einfluss auf Beton, Stahlfasern: Eigenschaften und Wirkungsweisen. In: Beton, Ausgabe Juli 2000
- [15] <https://www.holcimpartner.ch/de/betonpraxis/faserbeton>, Abrufdatum: 11.07.2022
- [16] SN 562162-6:1999-02, SIA 162-6:1999-02: Stahlfaserbeton
- [17] DAfStb Wassergefährdende Stoffe:2011-03, BUMWS:2011-03: DAfStb-Richtlinie - Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMWS) - Teil 1: Grundlagen, Bemessung und Konstruktion unbeschichteter Betonbauten - Teil 2: Baustoffe und Einwirken von wassergefährdenden Stoffen - Teil 3: Instandsetzung - Anhang A: Prüfverfahren (normativ) - Anhang B: Erläuterungen (informativ)
- [18] DAfStb Wasserundurchlässige Bauwerke:2017-12: WU-Richtlinie:2017-12 DAfStb-Richtlinie - Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)
- [19] The Concrete Society; Report TR34- Concrete industrial ground floors. Third Edition, 2003

6. KONTAKT



KrampeHarex GmbH & Co. KG

Pferdekamp 6-8

D-59075 Hamm

T +49 (0) 2381 977 977

F +49 (0) 2381 977 955

info@krampeharex.com

ABSCHIEDERSYSTEM

Donaueschingen, Deutschland

Anwendung: Spezialbehälter

Fasergehalt: 30 kg/m³

Beton: C35/45 - LVB

AMAZON ZENTRALLAGER

Rheinberg, Deutschland

Volumen: 22.000 m³ Beton

Fasertyp: DE 50/1,0 N

Leistungsklasse: L 1,2/0,9

FIEGE LOGISTIK ZENTRUM

Neuss, Deutschland

Anwendung: vorgespannte Träger

Fasergehalt: 40 kg/m³

Fasertyp: DE 60/0,8 M

METRO LOGISTIKCENTER

Marl, Deutschland

Fläche: 200.000 m²

Fasermenge: 650 t

Fasertyp: DE 60/0,9 N

TOYS „R“ US

Walsrode, Deutschland

Fläche: 80.000 m²

Fasermenge: 320 t

Fasertyp: DE 60/0,9 N

ALDI VERTEILZENTRUM

Cardiff, Wales

Fläche: 60.000 m²

Fasergehalt: 45 kg/m³

Fasertyp: DE 60/1,0 N

BMW TEILELAGER

Gündlkofen, Deutschland

Fläche: 100.000 m²

Fasertyp: DE 60/0,9 N

Leistungsklasse: L 1,2/0,9

LIDL LOGISTIK

Cloppenburg, Deutschland

Fläche: 40.000 m²

Fasermenge: 120 t

Fasertyp: DE 60/0,9 N

OPEL ERSATZTEILLAGER

Bochum, Deutschland

Fläche: 95.000 m²

Fasermenge: 260 t

Fasertyp: DE 60/0,9 N