

2. Textilbeton im Überblick

Textilbeton ist ein Verbundwerkstoff aus speziellen Feinbetonmatrices und Bewehrungen aus gitterartigen textilen Gelegen. Die Gelege bestehen aus Carbonfasern oder anderen geeigneten Hochleistungsfasern, z. B. alkaliresistenten Glasfasern. Das Größtkorn der mineralischen Matrix liegt in der Regel zwischen 1 bis 4 mm.

Die textilen Carbonbewehrungen korrodieren nicht. Deshalb sind beim Textilbeton mit Carbonbewehrung – im Gegensatz zum Stahlbetonbau – keine dicken Betondeckungen erforderlich. Die Mindestbetonüberdeckungen beim Textilbeton müssen lediglich den Verbund von textiler Bewehrung und der Betonmatrix sicherstellen und liegen ebenso wie die Bewehrungsdurchmesser im Millimeterbereich.

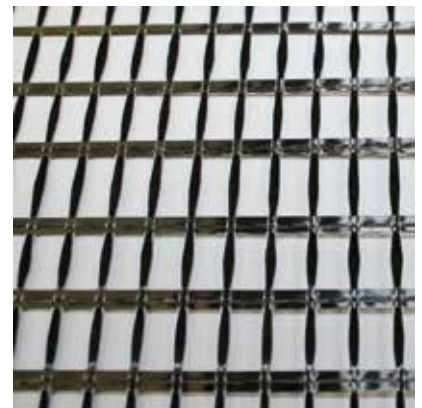
Textilbetonkomponenten für die Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT® nach abZ



Bild 2.1 Carbonfilamente



Carbonroving



Gittergelege (textile Bewehrung)

Bilder: Frank Schladitz



Bild 2.2 Feinbeton (Werk trockenmörtel)

Inhaltsstoffe:

- Zement CEM III B 32,5
- Steinkohlenflugasche
- Mikrosilikasuspension
- Sand 0/1
- Fließmittel

Verbundwerkstoff Textilbeton

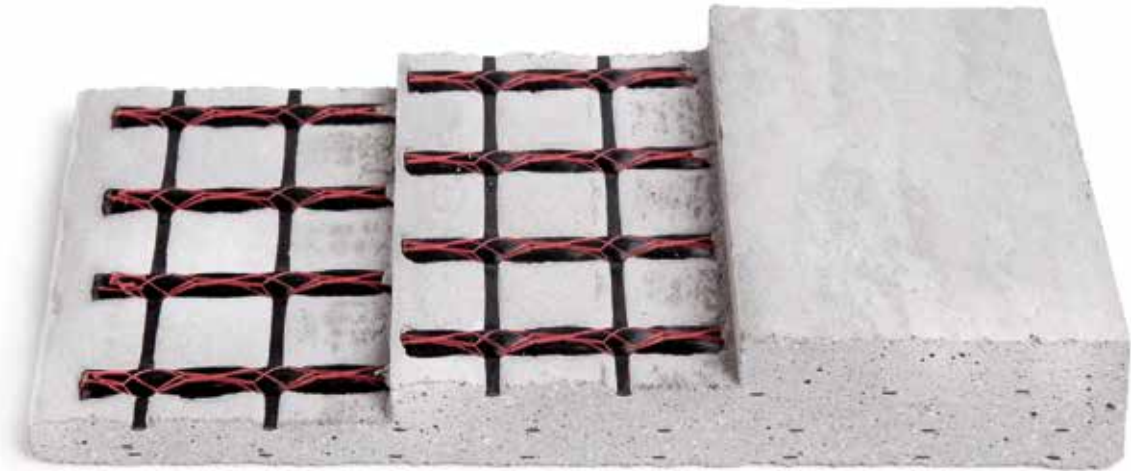


Bild 2.3:
2lagige Textilbewehrung aus Carbonfilamentgarnen nach abZ (12-K-Garn in Nebenlastrichtung, 50-K-Garn in Hauptlastrichtung)
Foto: Jörg Singer



Bild 2.4:
Beispiel einer zylindrisch gekrümmten Schale mit einem Abstandsgelege aus Carbonfasergarnen
(Hersteller V. FRAAS Solutions in Textile GmbH)
Foto: Ulrich van Stipriaan

Vorteile des Verbundwerkstoffs Textilbeton

- ❑ Textilbetonkonstruktionen sind schlank, leicht, hochleistungsfähig und materialsparend. Typische Bauteildicken liegen im Bereich von 10 mm bis 50 mm.
Bei der Verstärkung von Stahlbetonbauteilen nach vorliegender allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung werden je nach Anzahl der Bewehrungslagen (maximal bis 4) lediglich Schichtdicken von ca. 6 mm bis 30 mm erforderlich.
- ❑ Der geringe Platzbedarf der Textilbetonverstärkungen prädestiniert das Material für die Sanierung und Verstärkung denkmalgeschützter Bausubstanz und bei geometrisch eingeschränkten Bedingungen im Bestandsbau.
- ❑ Ein weiterer Vorteil beim Bauen und Sanieren im Bestand mit Textilbeton sind die deutlich geringeren zusätzlichen Lasten (Eigengewicht der Verstärkungsschicht).
- ❑ Die Formbarkeit der textilen Bewehrungsgitter ermöglicht neue gestalterische Freiräume für Architekten und Designer, aber auch denkmalgerechte individuelle Sanierungslösungen.
- ❑ Textilbeton hat ein gleichmäßiges Rissbild bei sehr geringer Rissweite. Er ist dadurch dichter als normaler Stahlbeton.
- ❑ Textilbeton besticht durch sein optisches und haptisches Erscheinungsbild.
- ❑ Textilbeton ist materialeffizient, ressourcenschonend und nachhaltig.

Textilbeton als Verstärkungsmaterial

Textilbeton hat in umfangreichen Versuchsreihen seine Eignung zur Verstärkung von Stahlbeton bewiesen:

- ❑ Verstärken der Biegezugzone bei Platten und Balken (Erhöhung der Biegetragfähigkeit),
- ❑ Verstärken von Schalentragwerken
- ❑ Verstärken der Querkraftbewehrung am Steg von Balken und Plattenbalken (Erhöhung der Querkrafttragfähigkeit),
- ❑ Umwickeln von Stützen (Erhöhung der Normalkrafttragfähigkeit),
- ❑ Verstärken von runden und eckigen Bauteilen (Erhöhung der Torsionstragfähigkeit).

Die vorliegende allgemeine bauaufsichtliche Zulassung regelt die Verstärkung der Biegezugzone bei Platten und Balken aus Stahlbeton unter definierten Randbedingungen.

Für weitere Anwendungsfälle sind derzeit Zustimmungen im Einzelfall erforderlich. Wir unterstützen Sie hierbei mit unserer langjährigen Erfahrung und dem umfangreichen Wissen zum Werkstoffverhalten.

Textilbeton als Sanierungsmaterial

Neben der Verstärkung ist Textilbeton hervorragend zur Sanierung von Rissen und geschädigten Betonoberflächen geeignet. Textilbeton zeichnet sich durch geringe Wassereindringtiefen aus. Dadurch kann der Transport von schädigenden Stoffen an die zu schützende Bausubstanz verhindert werden.

Tabelle 2.1: Technischer Vergleich der Verstärkungsverfahren – bezogen auf die Anwendung der abZ ¹⁾

Kriterium (fünfstufige Bewertung von ++ beste Bewertung bis -- schlechteste Bewer- tung)	Spritzbeton	Geklebte Bewehrung				Textilbeton nach AbZ- Bedingungen
		Stahl	FVK	Aufgeklebte Lamelle	Eingeschlitz- te Lamelle	
Technische Eigenschaften						
DIN (++) / abZ (+) / ZiE (O)	++	+	+	+	+	+
Tragkraft	++	+	+	+	+	+
Verstärkungsgrad	++	O	O	+	O	+
Verankerung zum Altbeton	++	-	-	+	+	++
Zusätzliches Eigengewicht bzw. Schichtdicke	-	+	++	++	++	+
Bauklimatik	++	+	+	++	--	++
Baustoffklasse	++	--	--	--	--	++
Korrosionsschutz der Ver- stärkungsbewehrung	+	--	++	++	++	++
Korrosionsschutz der vorhandenen Bewehrung	++	--	--	--	-	++
Aspekte der Herstellung (von ++ hoch bis -- gering)						
Vorbereitungsaufwand	O	+	+	+	+	O
Applikationsaufwand	-	++	++	++	++	-
Feuerwiderstand	++	--	--	-	--	(++) derzeit anwen- dungsbez. Nachweis erforderlich
Anpassbarkeit	++	--	--	--	+	++

Erläuterungen

Technische Eigenschaften:

- Für Spritzbeton liegen Normen vor, für geklebte Bewehrung gilt die DAfStB-Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung“ in Verbindung mit einer abZ, für Textilbeton gilt die vorliegende abZ oder eine ZiE für Sonderanwendungen auf Grundlage der abZ
- Erhöhung der Tragkraft bei jeder Verstärkungsmethode
- Verstärkungsgrade bei Spritzbeton ohne Begrenzung, bei geklebten Bewehrungen anwendungsbezogen, i. d. R. Faktor 2, bei Textilbeton derzeit Faktor größer 3 möglich
- Bei geklebter Bewehrung wird meistens die Verbundfuge für die Krafteinleitung in Beton maßgebend, Textilbeton leitet Kräfte dagegen großflächig in Altbetonquerschnitt ein (günstig)
- Eigengewicht bei geklebter Bewehrung zu vernachlässigen, bei Verstärkungen mit Textilbeton gering und bei Spritzbeton im Vergleich sehr hoch

1) nach Jesse, F.; Curbach, M.; in Betonkalender 2010, S. 475 – 565,
unter Berücksichtigung der inzwischen erteilten abZ und der gewonnenen Erfahrungen

- Spritz- und Textilbeton beeinflussen Bauklimatik kaum, Sheets wirken als Diffusionsbarriere
- Feuerwiderstand bei Spritzbeton entsprechend Stahlbeton, bei Verstärkungen mit Textilbeton wurden in ersten Versuchen Brandwiderstandzeiten von 90 Minuten erreicht, ZiE ist fallbezogen notwendig, bei geklebten Bewehrungen ist Einsatztemperaturbereich ohne Brandschutzverkleidung auf 40 °C beschränkt
- Korrosionsschutz bei Textilbeton und faserverstärkten Kunststoffen (CFK-Lamelle / Sheets) vorhanden, Spritzbeton benötigt dicke Betondeckung
- Korrosionsschutz der vorhandenen Bewehrung durch Spritz- und Textilbeton verbessert, bei geklebter Bewehrung kein Einfluss auf Bestandssituation

Aspekte der Herstellung/Bauausführung:

- Oberflächenbehandlung mit gewissen Haftzugfestigkeiten notwendig, bei eingeschlitzten Lamellen nur Schlitzherstellung erforderlich
- Brandschutzmaßnahmen für geklebte Bewehrungen schon bei Klasse F 30 sehr hoch, bei Spritzbeton keine zusätzlichen Maßnahmen, Textilbeton erfordert noch weiterführende Untersuchungen und ggf. von der konkreten Anwendung abhängige Nachweise (ggf. ZiE)
- Anpassung von Spritz- und Textilbeton an Bestand sehr gut, geklebte Bewehrung nur einaxial anklebbar, Sheets können dem Kraftfluss entsprechend verarbeitet werden
- Qualifikation des Personals stellt hohe Ansprüche, wobei Spritz- und Textilbeton noch dem des Stahlbetons ähnlich sind

Wirtschaftlicher Vergleich der Verstärkungsverfahren

Konkretes Beispiel (mit Tabelle):

Randbedingungen:

- Verstärkungsgrad $\eta \leq 2$
- 500 m² Deckenfläche verstärken
- Decke ist monolithisch mit Haupt- und Nebenunterzügen verbunden
- max. Spannweite der Deckenfelder beträgt 1,80 m
- Rissbildung im Stützmomentenbereich wird in Kauf genommen (Einfeldträger)
- Eingeschlitzte CFK-Lamelle auf Grund zu geringer Betondeckung nicht möglich

Tabelle 2.2: Kostenrelationen der Verstärkungsverfahren (Basis: Spritzbeton)¹⁾

Kostenblock (Anteile in %)	CFK	Spritzbeton	Textilbeton
Baustelleneinrichtung	8	11	≤ 16*
Untergrundvorbehandlung	≥ 17	19	19
Gesamtaufwand der Verstärkung	75	70	46
Summe	≥ 100	100	≤ 81

* gilt mit ZiE-Aufwand, sonst geringer

Ergebnisse:

- ❑ **Spritzbetonverstärkung** erfordert eine zusätzliche Bewehrung von 1,2 cm²/m (gewählt Matte Q188 A, die alle 25 cm mit Stabstahl übergriffen und 8 cm tief in die Unterzüge mit Reaktionsharzmörtel verankert wird); das zusätzliche Eigengewicht kann über bestehende Konstruktion abgetragen werden.
- ❑ **Aufgeklebte CFK-Lamellen** erfordern hinsichtlich der max. einzuhaltenden Abstände 1.500 lfd. Meter mit dem kleinsten handelsüblichen Querschnitt; bei 200 m müssen größere Unebenheiten ausgeglichen werden; Ausführung wird fremdüberwacht.
- ❑ **Textilbetonverstärkung** erfordert eine Lage Textilbewehrung nach abZ sowie Überwachung der Ausführungsarbeiten durch PÜZ-Stelle.

Verbale Beschreibung der Tabelle:

- ❑ In der Baustelleneinrichtung sind die Kosten für die statischen Berechnungen und die Fremdüberwachungen eingeschlossen.
- ❑ Die Untergrundvorbehandlung unterscheidet sich für Textil- und Spritzbeton nicht, bei CFK-Lamellen müssen neben den Klebeflächen auch Schadstellen instandgesetzt bzw. reprofiliert werden.
- ❑ Der Verstärkungsaufwand bei Textilbeton ist deshalb so gering, weil nur eine Lage Textilbewehrung ausgeführt werden muss; ein höherer Verstärkungsgrad führt zu einer Neubeurteilung der Kosten.

Ausblick

An der Entwicklung der Baustoffsysteme („Bausätze“) für alle Verstärkungsarten und Anforderungsniveaus – wie sie die Anwendungen im Außenbereich und bei nichtruhenden Belastungen voraussetzen – wird ebenso intensiv gearbeitet wie an den Prozess- und Produktionstechniken zu deren reproduzierbarer und wirtschaftlicher Herstellung.