

Textilbeton – bewehrt, aber anders

ewp, 22.11.2012

Dr. C. Oesterlee
Holcim (Schweiz) AG, Produktmanagement & Innovation



Bewehrungskorrosion - Schäden

Quelle: Clark Vance



Quelle: www.hydroprojekt.de



Quelle: www.electrotechcp.co.uk



Quelle: www.kamer-bau.de

Alternative Bewehrung?

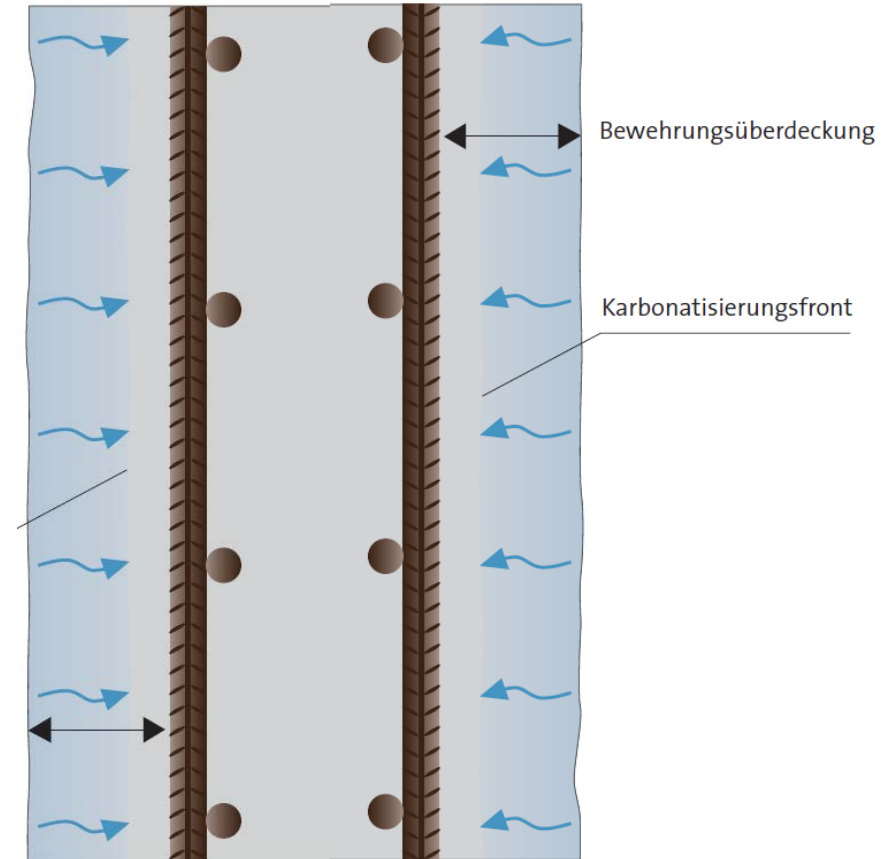
Bewehrungskorrosion - Mindestabmessungen

Konstruktiv bedingte Mindestabmessungen

- ▶ Bewehrungsüberdeckung
- ▶ Bewehrungsdurchmesser
- ▶ ev. Rüttelgasse
→ >100 mm

Missverhältnis von

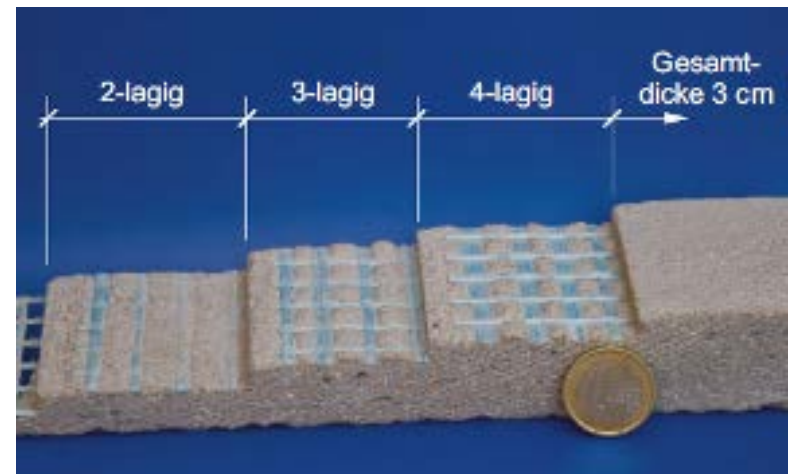
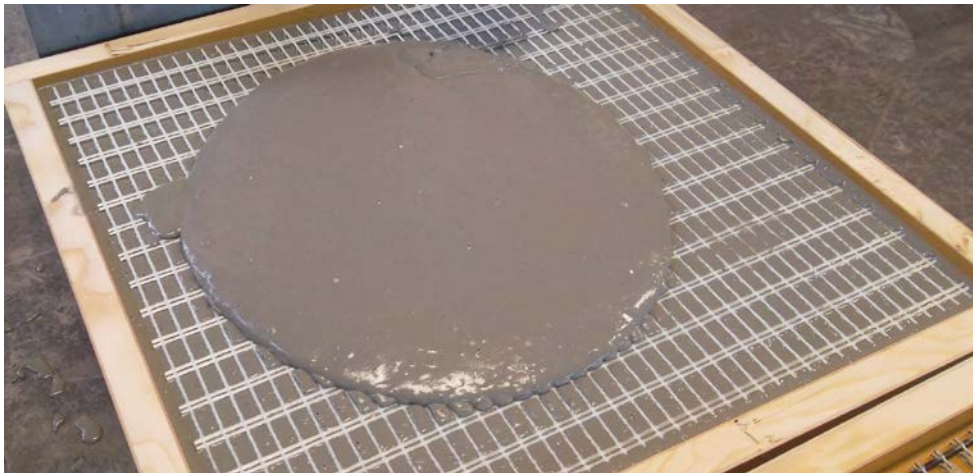
- ▶ Konstruktiv zu statisch erforderlichem Querschnitt
- ▶ konstruktiv erforderlichem zu tragendem zu Querschnitt (Biegung)



Anderer Beton und andere Bewehrung?

Alternative Bewehrung – Textil

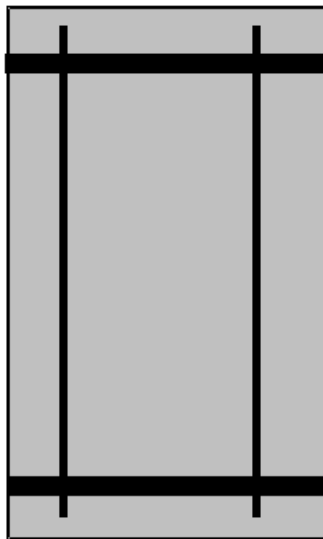
Kombination von Feinkornbeton mit textiler Bewehrung



Anderer Grössenbereich, kleinerer Massstab!
(Grösstkorn)
(Bewehrungsdurchmesser und -abstand)
(Bauteildicke)

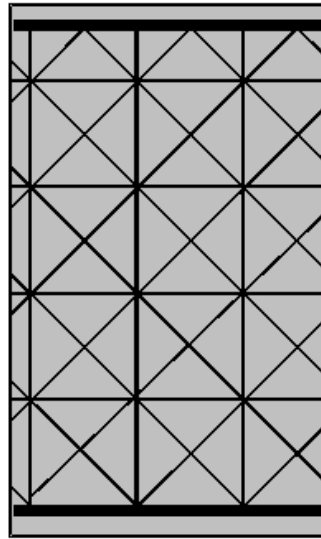
Systemvergleich – Bewehrungen

Stahlbeton



 Beton
 Betonstahl

Textilbeton



 Textile
 Bewehrung

Kurzfaserbeton



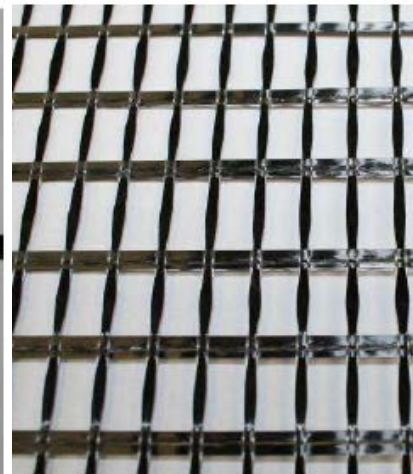
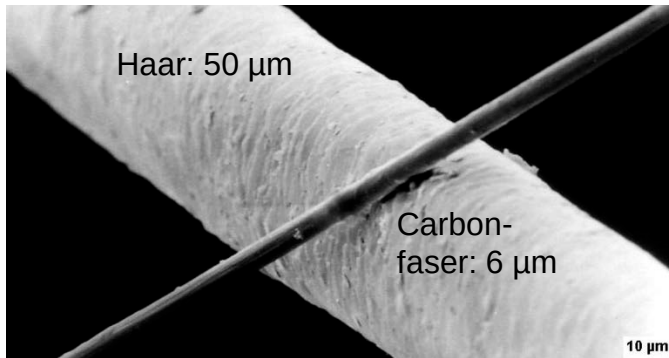
 Glasfaserbewehrung
(Kurzfasern)

Bsp.: UHFB

Textile Bewehrung

Technologietransfer aus

- ▶ Textilindustrie
- ▶ Carbonindustrie



Filament



Garn



Schlichte



Textil



Beschichtung



Textile Bewehrung: Typische Garnmaterialien

	AR-Glas	Carbon
E-Modul [N/mm ²]	76'000 – 80'000	210'000
Zugfestigkeit [N/mm ²]		
Filament	2000 – 2500	3000 – 4000
Garn	500 – 1600	2000 – 3000
im Textilbeton	200 – 1500	1400 – 2100
Bruchdehnung [%]		
Filament	2.5 – 3.1	1.4
Garn	0.5 – 1.9	0.5 – 1.0
im Textilbeton	0.4 – 1.9	0.6 – 0.8
Dichte [kg/dm ³]	2.7	1.8

Carbonfaser

Einsatzgebiete von Carbonfasern:

- ▶ Luftfahrtindustrie (Carbonanteil an Flugzeugen 30 – 50%)
- ▶ Automobilindustrie
- ▶ Freizeit (Tennis, Fahrräder, Outdoor etc.)
- ▶ Bauindustrie



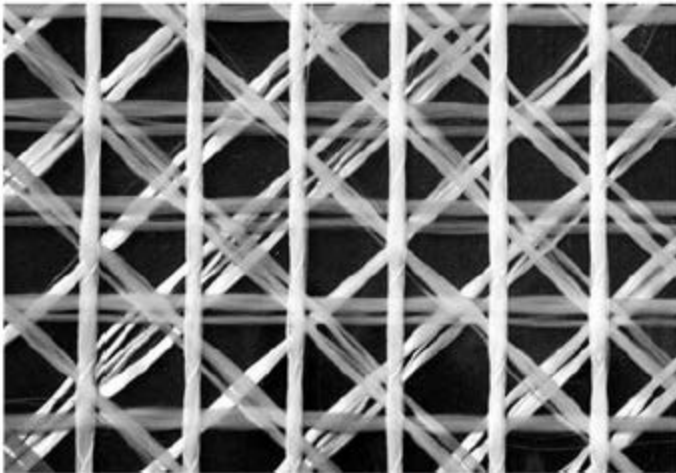
Quelle: delta7



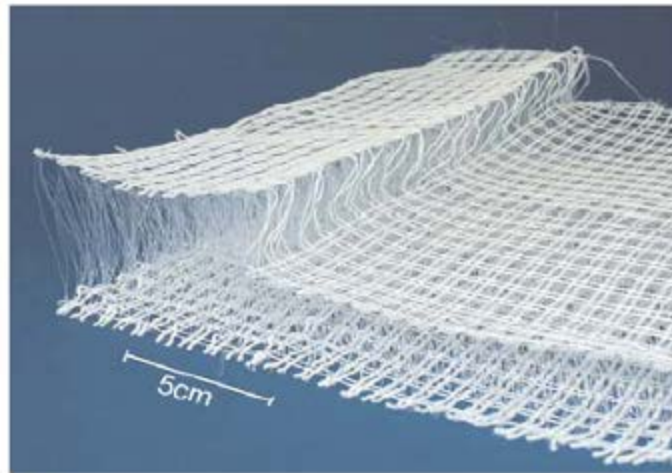
Textile Bewehrung

- Ein- oder mehrlagig aus textilen Endlosfasergelegen (keine Gewebe)
- Multidirektionale Textilien (2-D / 3-D) für beanspruchungsgerechte Bewehrung
- Keine Bewehrungskorrosion → geringe Betondeckung → sehr geringe Bauteildicken
- Ermöglicht durch Fortschritte der Textiltechnologie bezüglich Verarbeitung, Bindung, Transport, Imprägnierung etc. der Garne

Textile Bewehrung: Strukturen



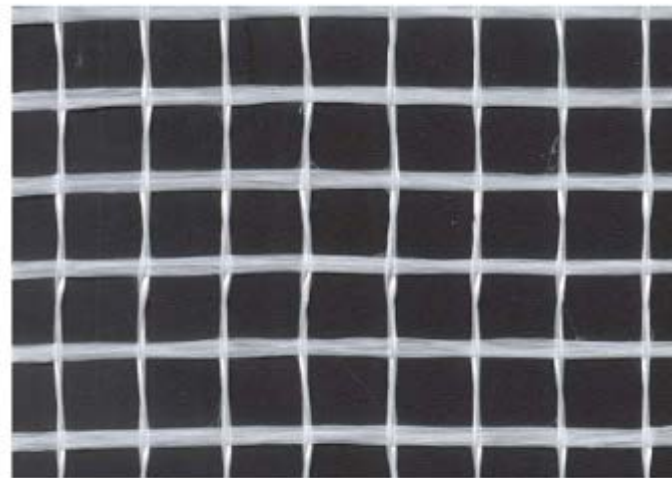
(a) Quadroaxiales Nähgewirke



(b) 3D-Gewirke (entnommen aus HEGGER ET



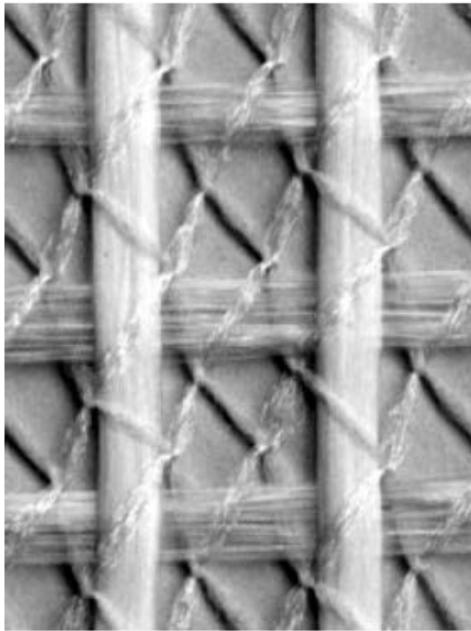
(a) Geschlossenes Leinwandgewebe



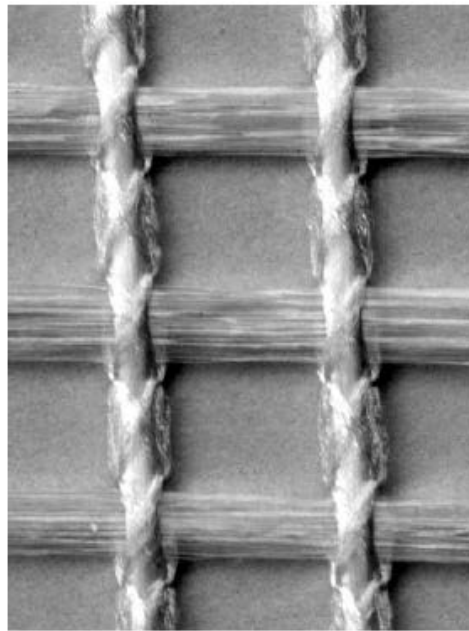
(b) Offenes Drehergewebe

Jesse F. (2004), Tragverhalten von Filamentgarnen in zementgebundener Matrix. Dissertation TU Dresden

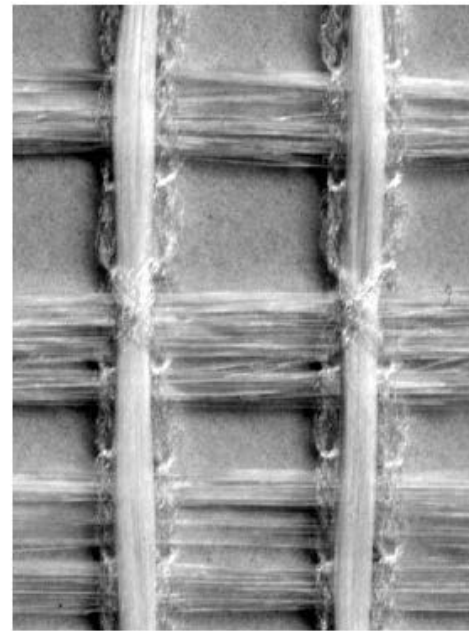
Textile Bewehrung: Bindungsvarianten



(a) Trikot



(b) Trikot gegenlegig

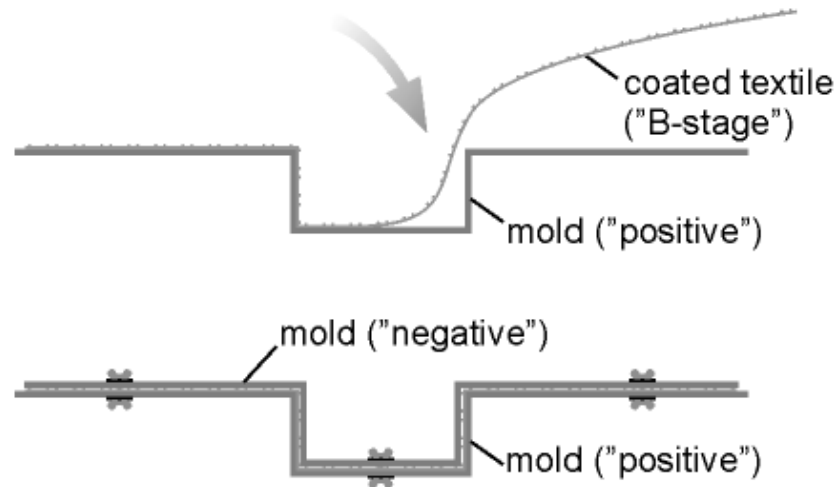


(c) Franse-Trikot

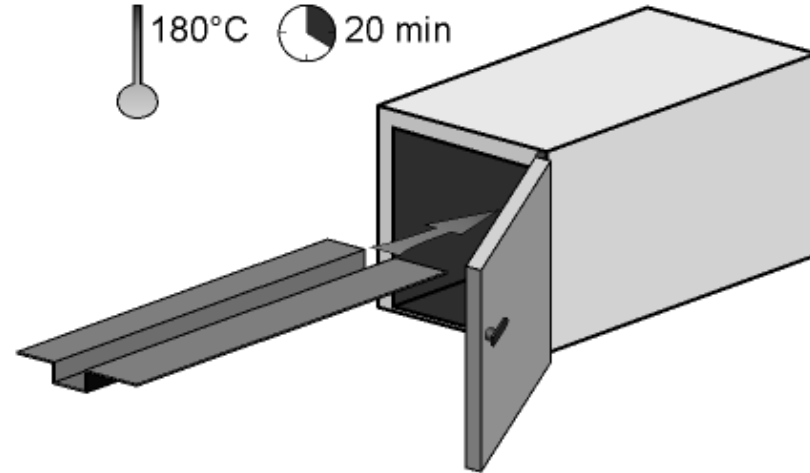
Nähfaden dient als Brandschutzfaser

Quelle: Jesse F. (2004), Tragverhalten von Filamentgarnen in zementgebundener Matrix, Dissertation TU Dresden

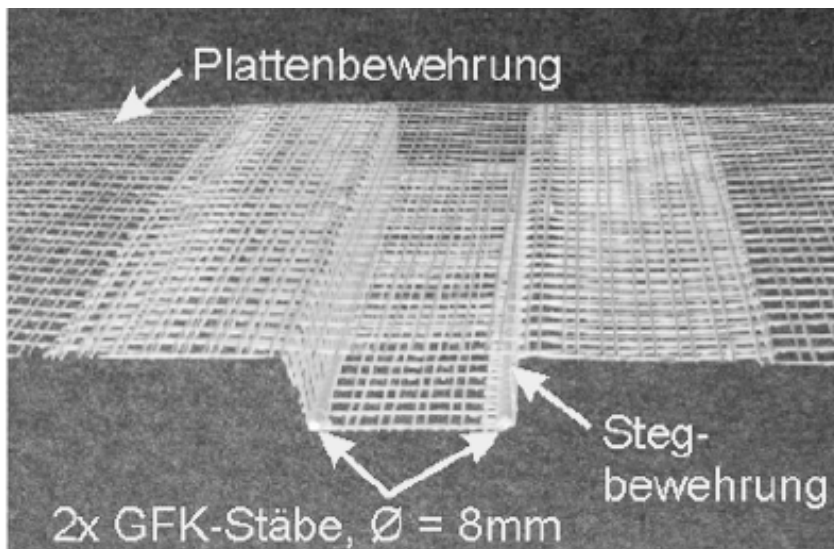
Textile Bewehrung: Formhaltig



180°C 20 min

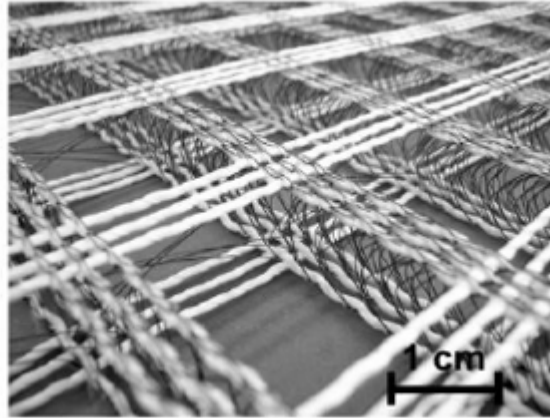
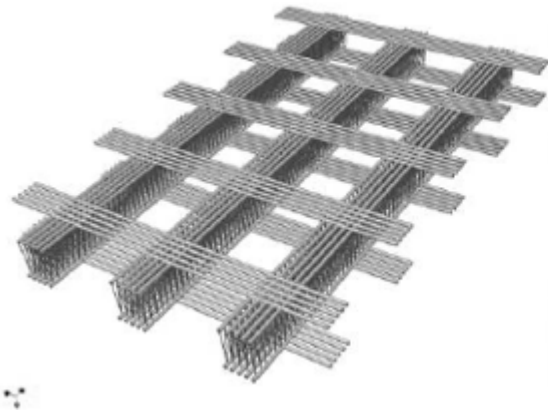


Imprägnierung mit Kunstharz/PUR
für erhöhte Formstabilität

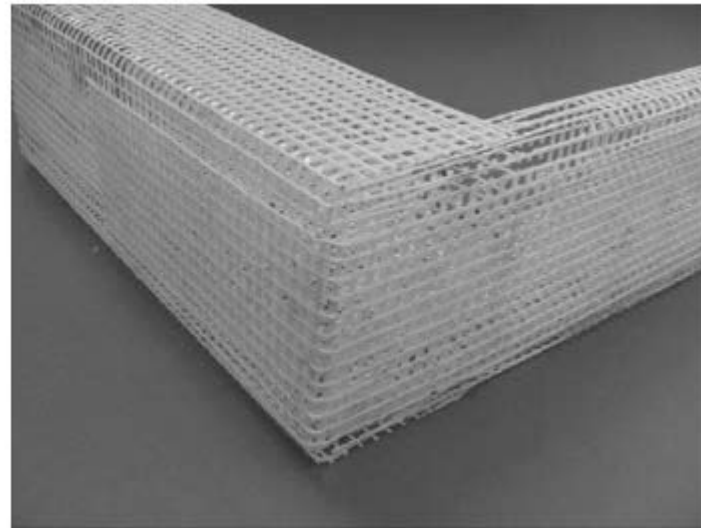


Quelle: Hegger J (2009): Dünnwandige, großformatige
Fassadenelemente aus Textilbeton, CTRS4

Textile Bewehrung: 3-dimensional

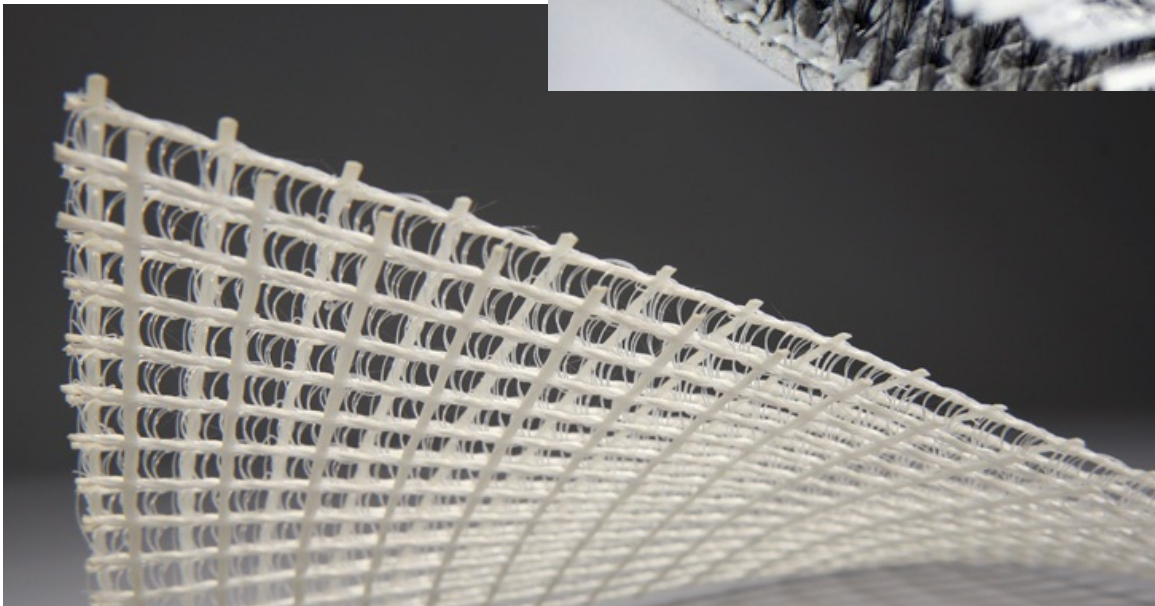
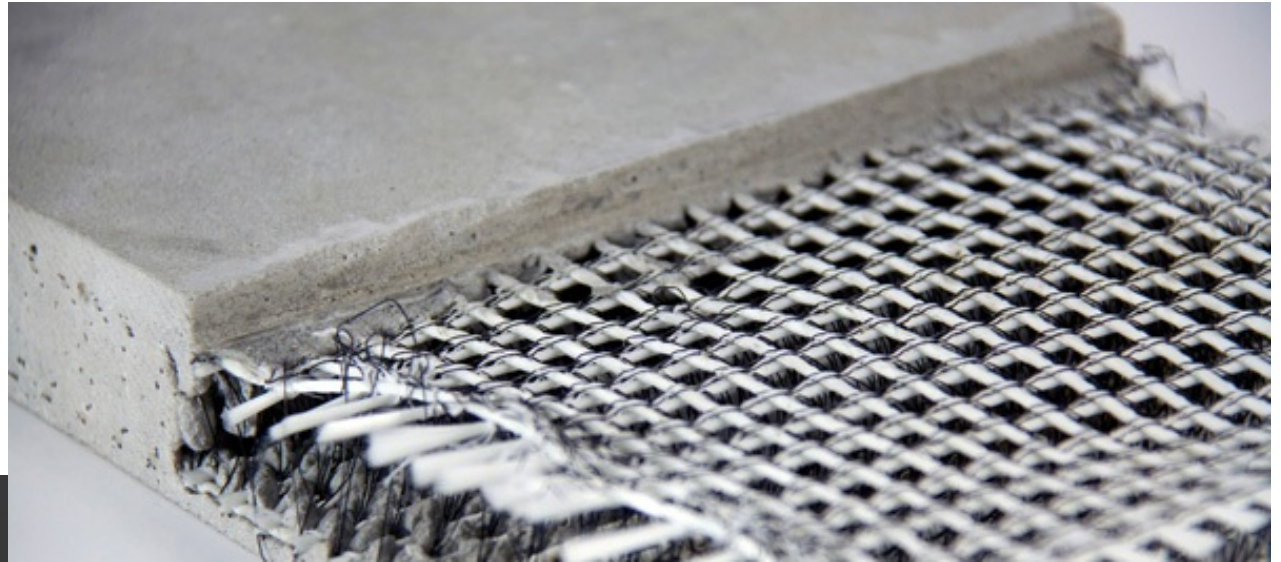


Zwei Bewehrungsebenen mit integriertem Abstandsfaden (Polfaden)



Quelle: Janetzko, S. (2009), Preforming von textilen Bewehrungsstrukturen für Sandwichbauteile, CTRS4

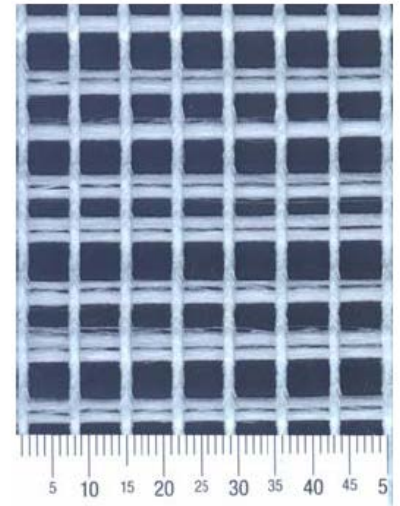
Textile Bewehrung: 3-dimensional



Quelle: Fraas, Solutions in
textiles, Sitgrid

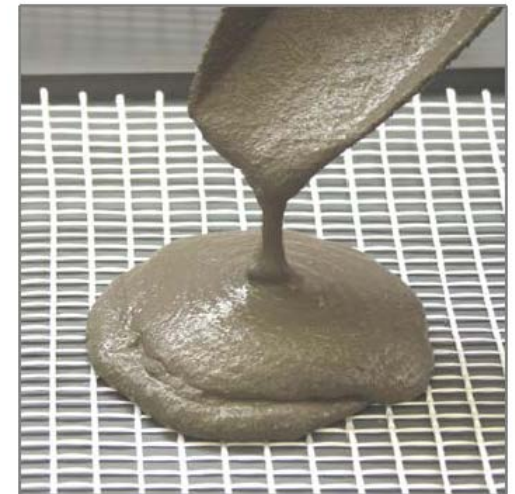
Anforderungen an den Feinbeton

- Vollständige Durchdringung des Textils
- Guter Verbund mit den Textilfasern
- Gute Untergrundhaftung bei Verstärkungsschichten
- Applizierbarkeit horiz., vert. und über Kopf
- Ausgewogenes Schwind- und Kriechverhalten
- Frost-Tausalzwiderstand



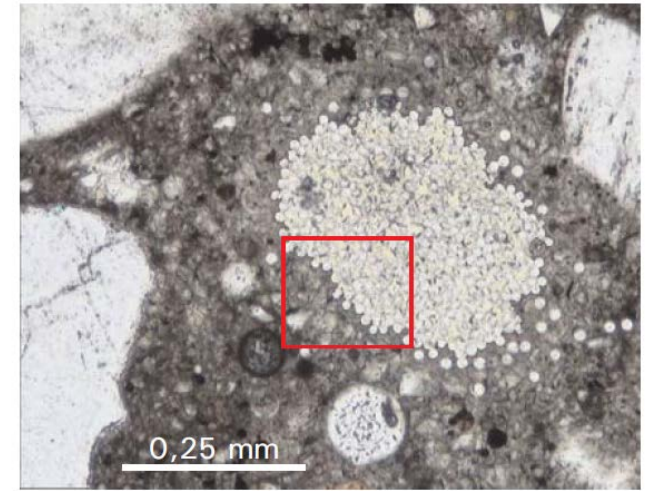
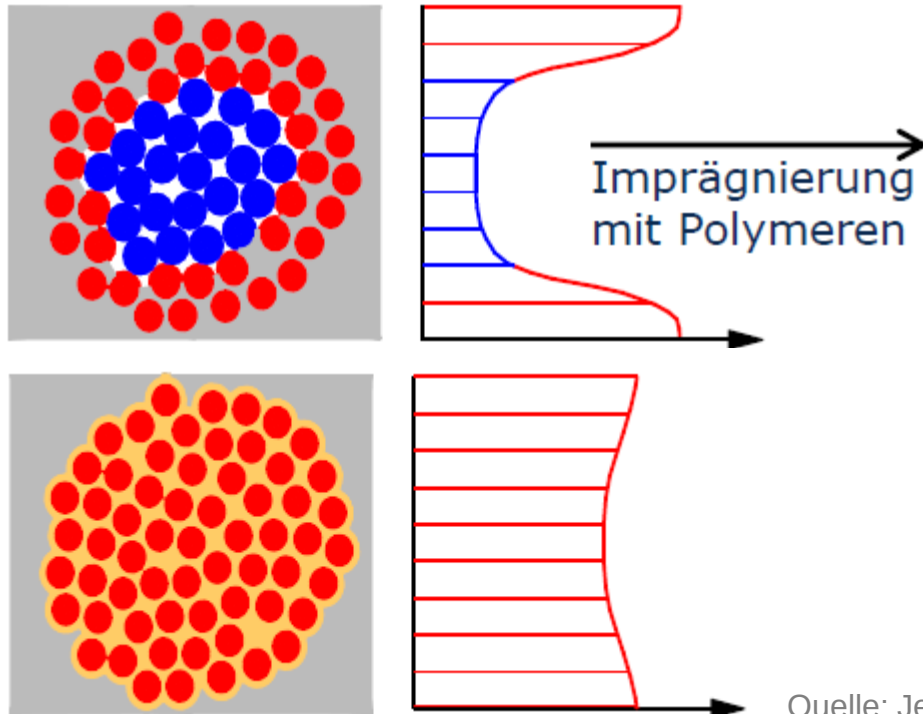
Typische Zusammensetzung:

- Zement 700-1100 kg/m³, Mikrosilika, Quarzsande, Fließmittel (vergleichbar UHFB)



Verbund

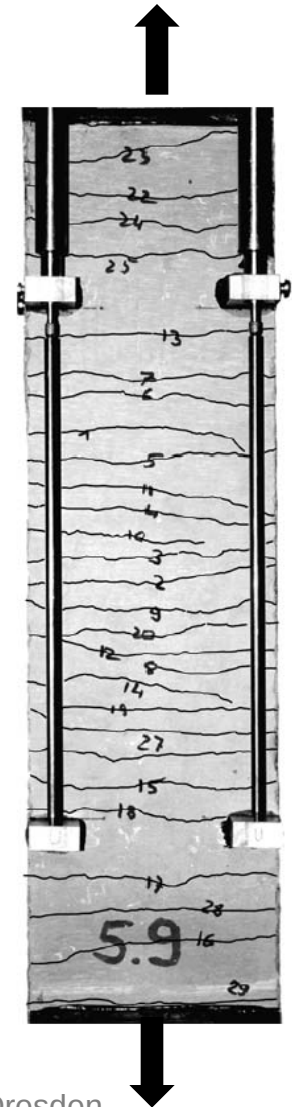
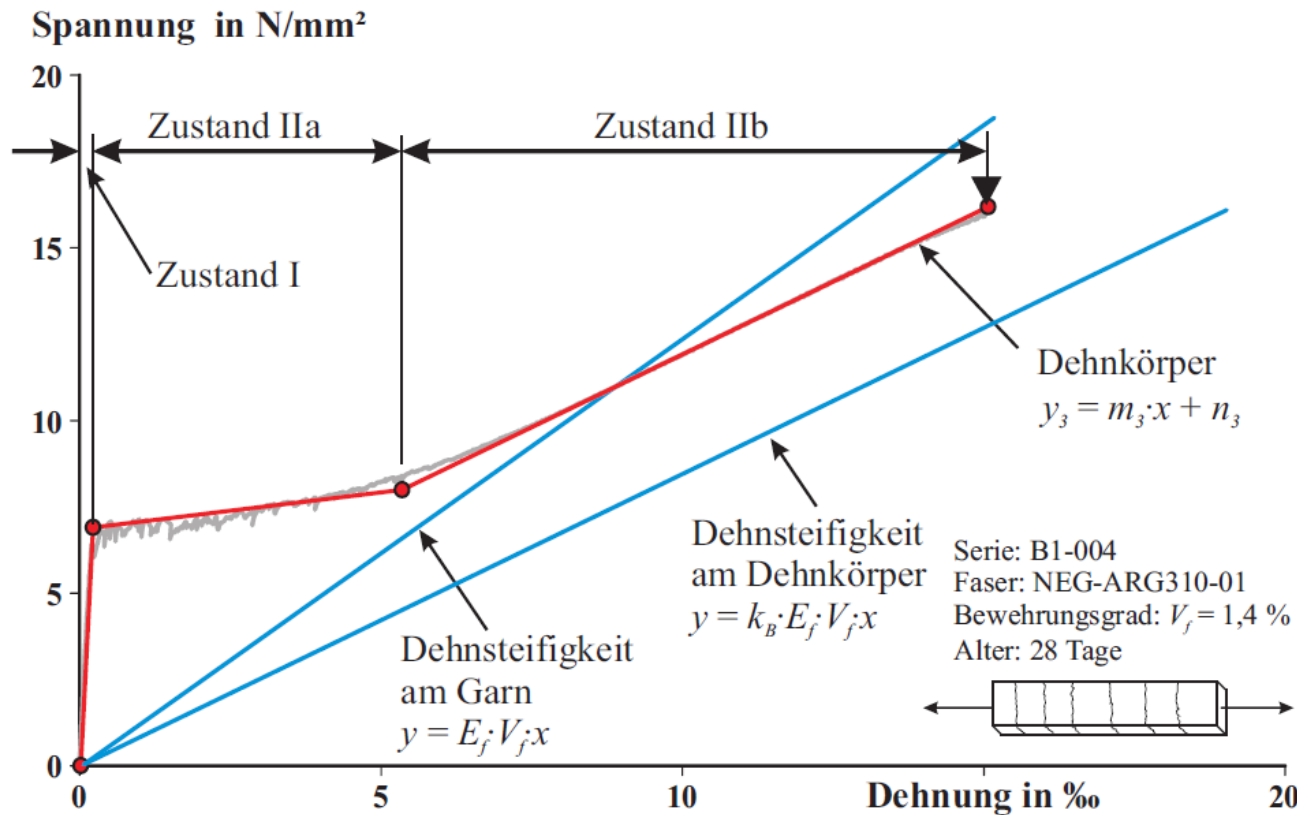
- Teilweise Durchdringung der Faserbündel
- Grosser effektiver Umfang
- Verbund Matrix-Faser / Faser-Faser



Quelle: Jesse F. (2004), Tragverhalten von Filamentgarnen in zementgebundener Matrix, Dissertation TU Dresden / TUDALIT, S. Weiland

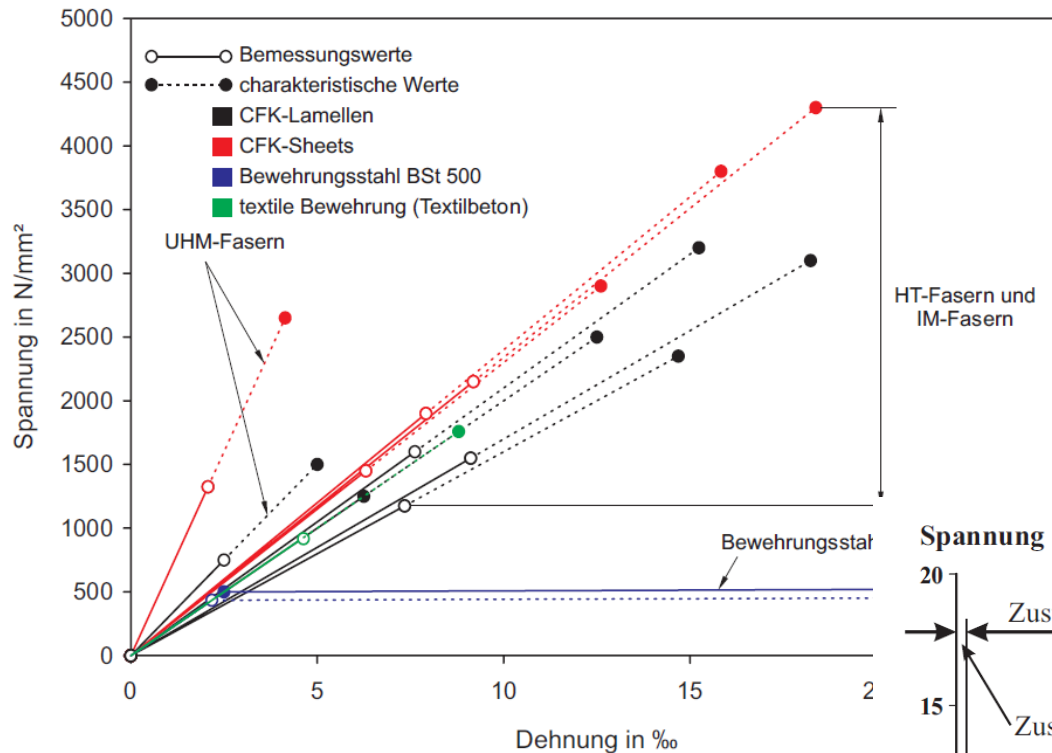
Einachsiges Zugverhalten

Zustand I: elastisch, **Zustand IIa:** progressive Rissbildung bis zum abgeschlossenen Rissbild, **Zustand IIb:** Rissöffnung, elast. Faserverformung bis zum Bruch



Quelle: Jesse F. (2004), Tragverhalten von Filamentgarnen in zementgebundener Matrix, Dissertation TU Dresden

Verformungsverhalten

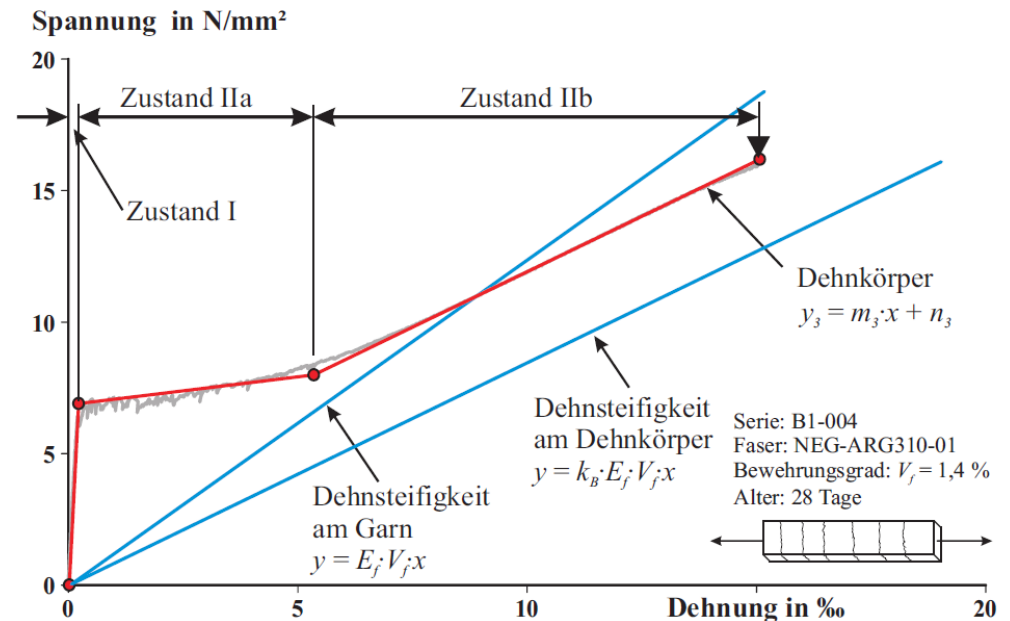


Garn

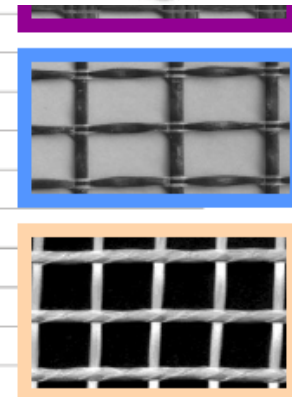
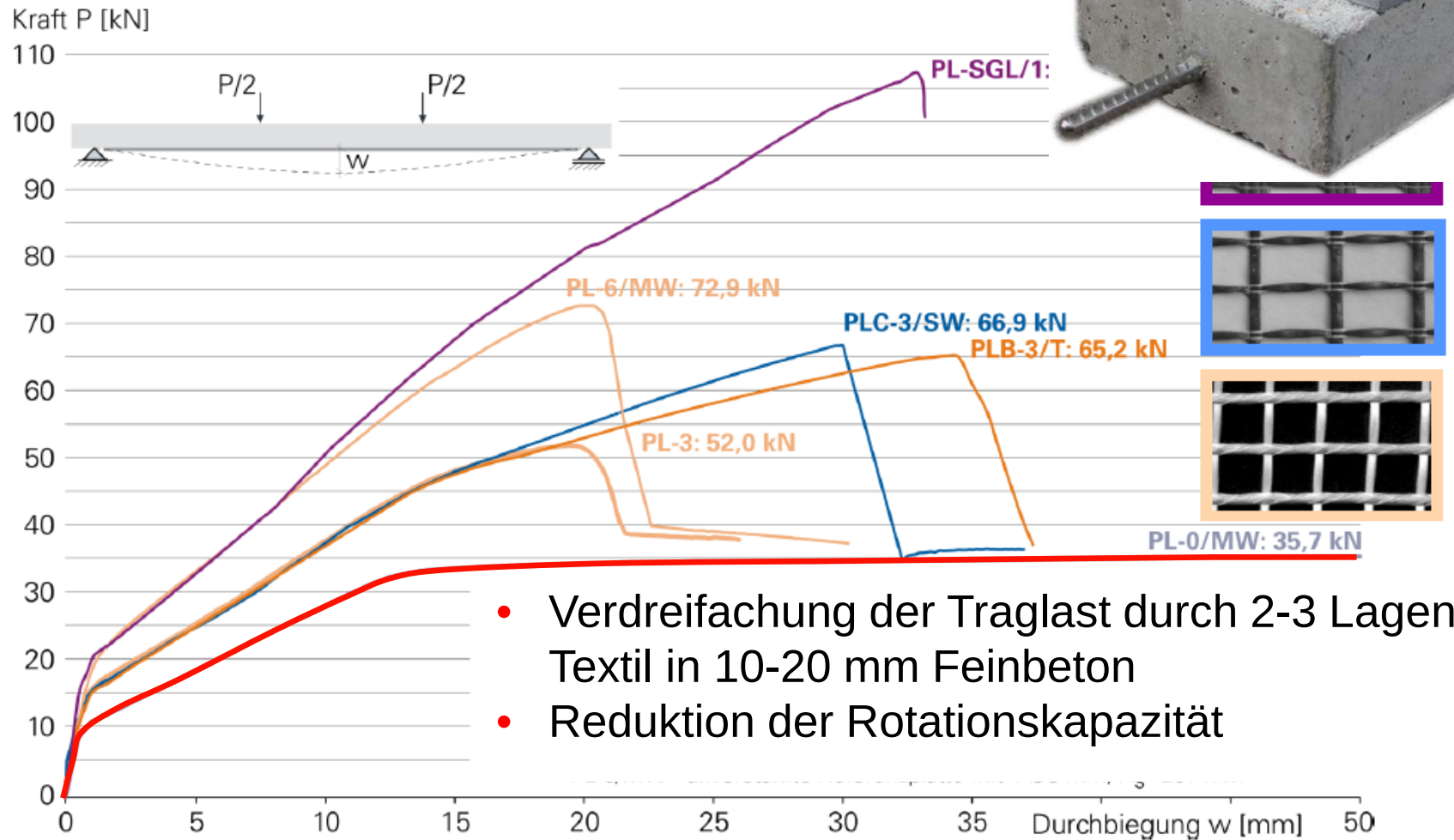
Quelle: Jesse, F (2011), BuSt:
Verfahren für
Biegeverstärkungen an
Stahlbetonbauteilen

Textilbeton

- Rissbildung
 - Relativverschiebungen im Faserbündel
 - Schlupf
 - Streckungen
- Duktilität



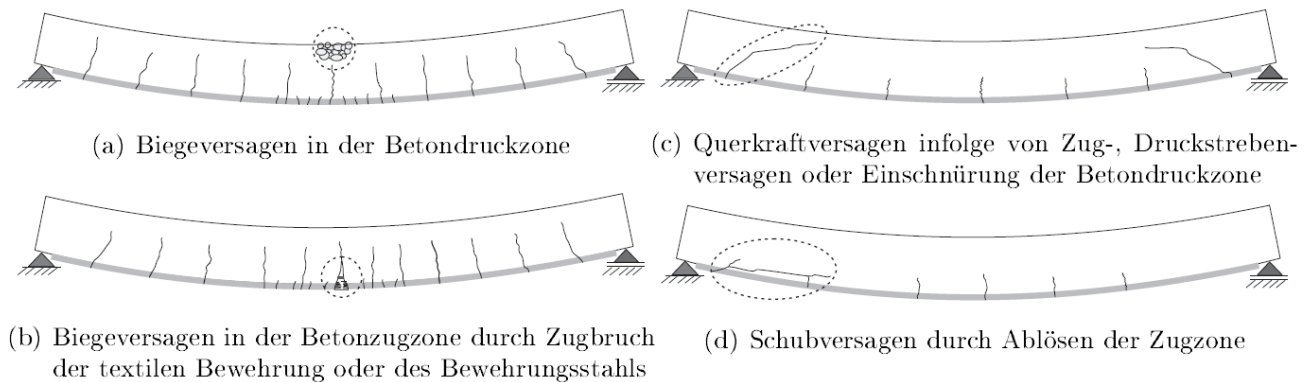
Biegeverstärkung mit Textilbeton



Quelle: TUDALIT, S. Weiland

Biegeverstärkung mit Textilbeton

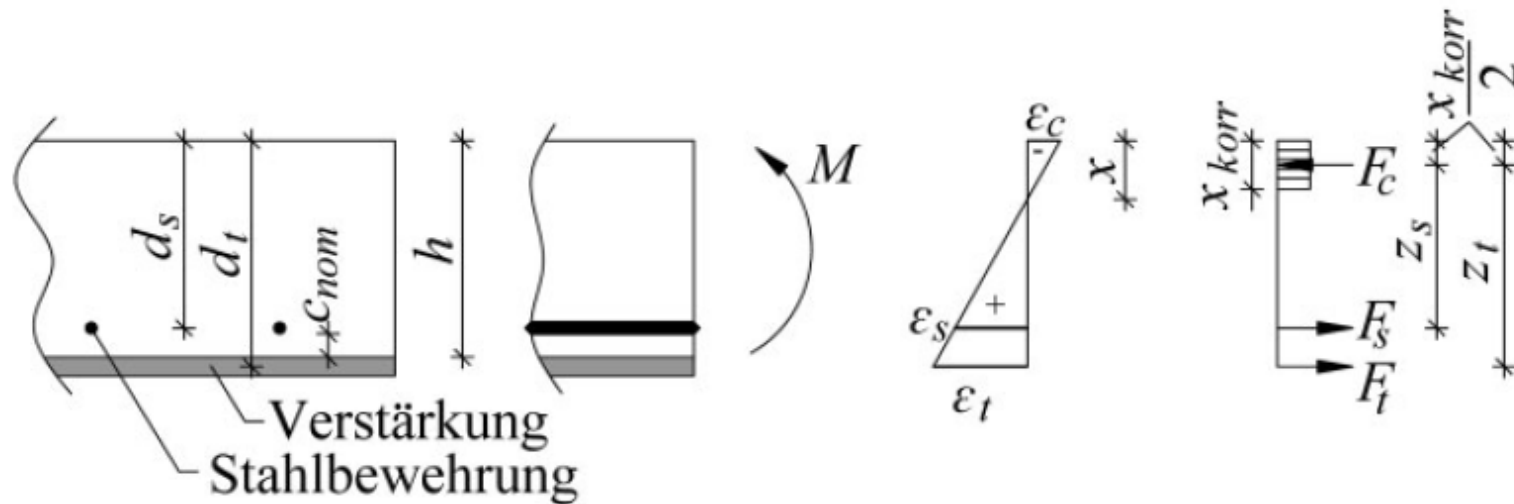
- Kompatibler Baustoff
- Flächige Verstärkung und Lasteintragung
- Geringes zusätzliches Eigengewicht
- Hohe Verstärkungsgrade
- Bekannte Verarbeitungstechniken (Spritzen, Laminieren)



Versagensmechanismen

Bemessung der Biegeverstärkung

- Querschnittsanalyse analog Stahlbeton
- Annahme eines monolithischen Verbunds
- Bernoulli Hypothese, lineare Dehnungsverteilung
- Grenzdehnung der Textilbewehrung
- Nachweise der Verbundfuge



Quelle: Schladitz, F. (2011), BuSt: Biegetragfähigkeit von textilbetonverstärkten Stahlbetonplatten

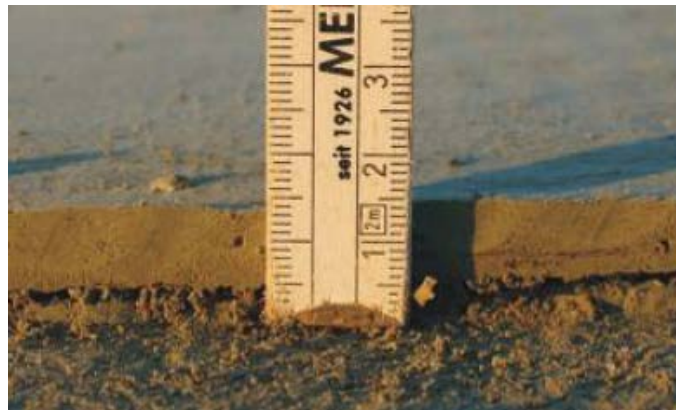
Biegeverstärkung im Bestand



Arbeitsschritte:

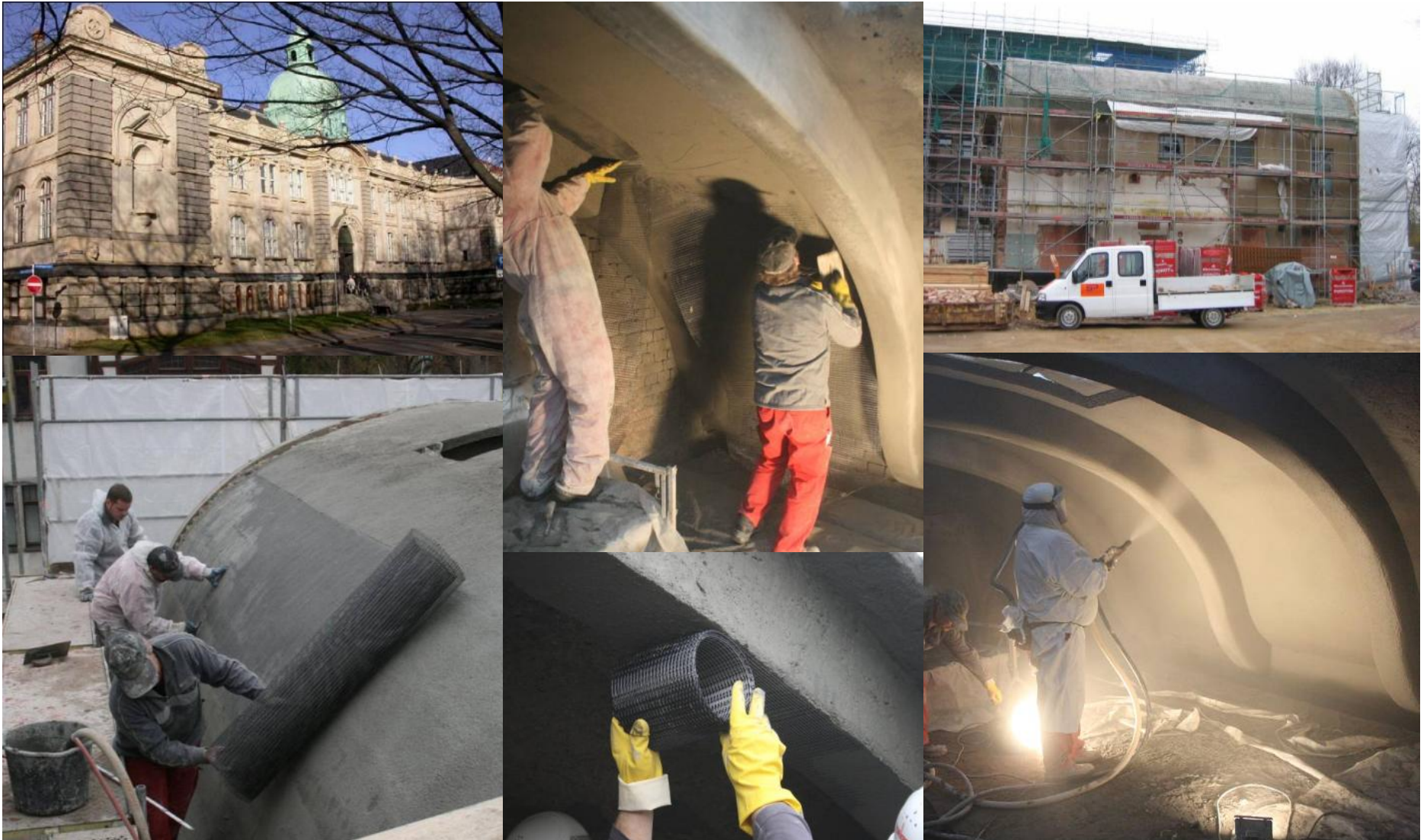
- Sandstrahlen und Reinigen der Oberfläche, ggf. Betoninstandsetzung
- lagenweises Auftragen von Feinbeton und textiler Bewehrung
- Oberflächenlage Feinbeton
- Nachbehandlung

Biegeverstärkung im Bestand



Quelle: Curbach (2007), Textilbewehrter Beton zur Verstärkung eines Hyparschalentragwerks in Schweinfurt, Beton- und Stahlbetonbau
Deutsches Zentrum für Textilbeton

Biegeverstärkung im Bestand



Verstärkungen



Quelle: Deutsches Zentrum für Textilbeton, Dresden

Schalungen / Abdichtungen

Verlorene Schalungselemente

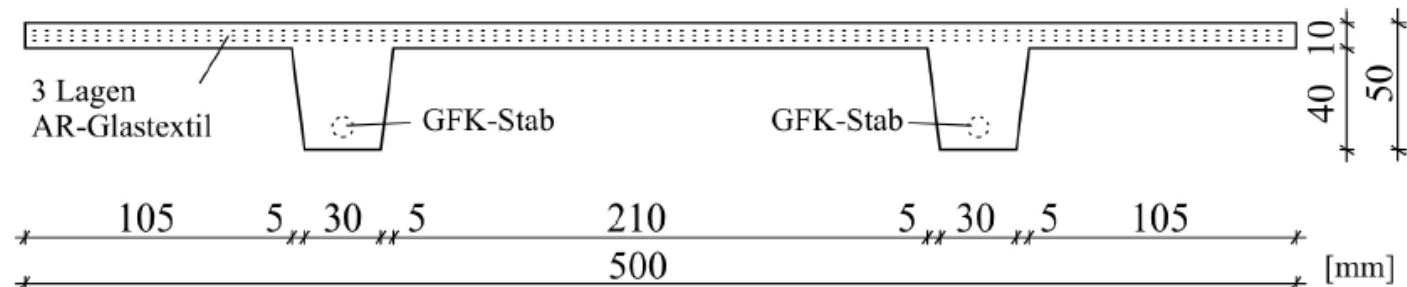


Bild 4: Querschnitt einer π -Platte

Nachträgliche Innenabdichtung

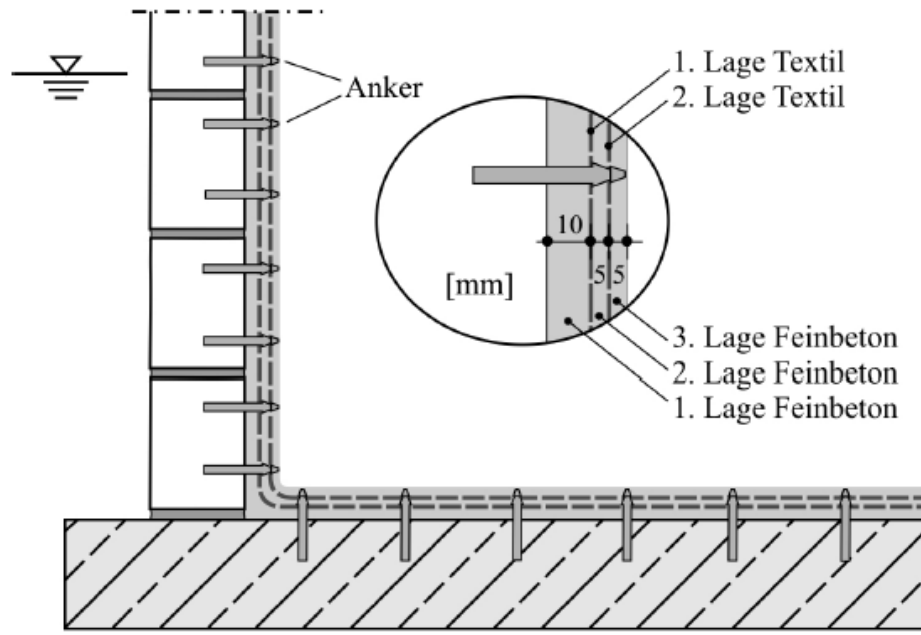
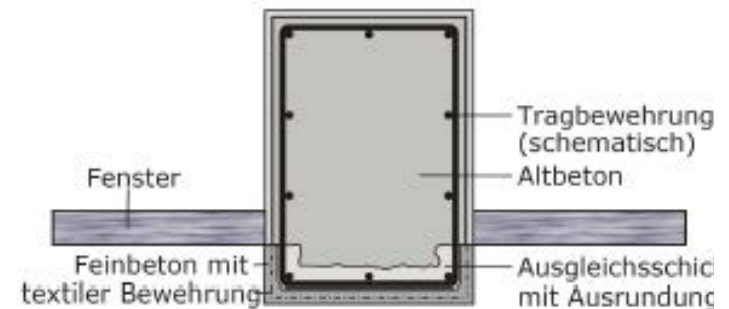


Bild 1: Prinzip der nachträglichen Abdichtung aus Textilbeton

Pfeilersanierung



Brückenbau



Fussgängerbrücke Oschatz: Vorgefertigte Segmente, Wandstärke ~30 mm, Längsvorspannung
Quelle: Deutsches Zentrum für Textilbeton, Dresden

Brückenbau



Schalentragwerke



Quelle: RWTH Aachen

Fassaden



10'000 m², 9000 Elemente, Plattendicke 30 mm, Abmessungen
1,70x0.625 m

ROC Leiden Community College, Niederlande, Hering betoShell®

Fassaden

Abmessungen 5,0x2,0 m,
Plattendicke 30 mm mit
zwei Verstärkungsrippen
auf der Rückseite

RWTH Aachen, Hering betoShell® XXL



Möbel



Quellen: Bösch A. (2007),
Möglichkeiten zur Steigerung der
Biegetragfähigkeit..., Dissertation TU
Dresden

Möbelmanufaktur Napoleon, Dresden

Boote



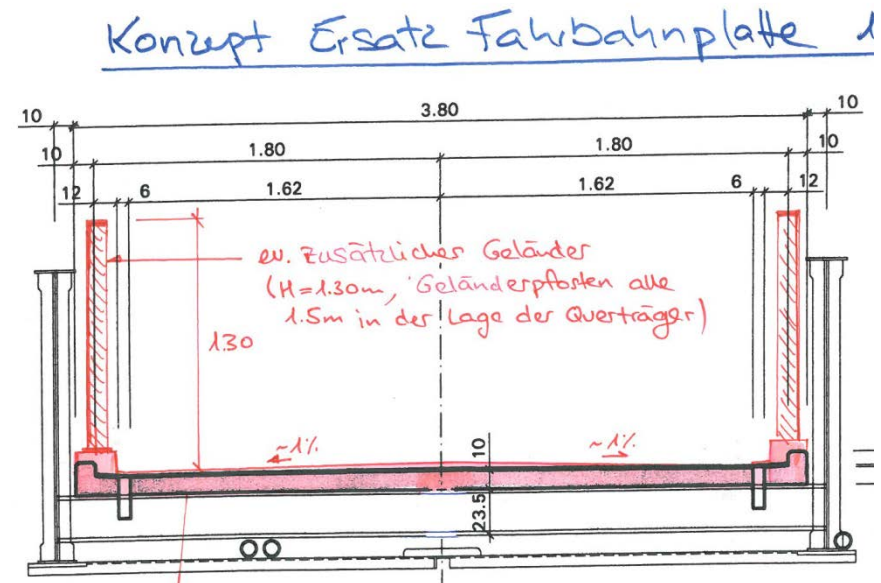
Quelle: Betonboot
Team TU Dresden

Pilotprojekt Mattensteg, ZH

- Korrosionsschäden der Fahrbahnplatte
- Einschränkungen beim Eigengewicht

→ Ersatz durch dünnere Textilbetonplatten (50-80 mm)

- Keine Korrosionsgefahr
- Fertigteile
- Strukturierte Oberfläche
- Verifizierung durch Bauteilversuche (Biegung, Querkraft)



Normen, Richtlinien, Zulassungen

...existieren noch nicht

aber:

- Umfangreiche wissenschaftliche Literatur
- Sonderdruck Betonkalender 2010: Textilbeton
- TUDALIT Markenverband (D) strebt allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (Systemprüfung) an
- Prüfung von:
 - ▶ Garn, Beschichtung, Gelege
 - ▶ Feinbeton
 - ▶ Verbundwerkstoff
 - ▶ Verstärkungsverfahren
 - ▶ Verbund
 - ▶ Tragverhalten (statisch, dynamisch, zeitabhängig)

Spritzbeton mit textiler
Bewehrung auf
pneumatischer Schalung,
Wanddicke 50 mm

