

SEMINARDOKUMENTATION

V18-15, Werkstoff Beton 18 Carbon-Beton (Material mit Potential)

7. März 2018

Referent: Ralf Cuntze

Prof. Dr.-Ing. habil. VDI

Leitet beim Carbon Composites e.V. Augsburg
die AG „Bemessung und Nachweis“
innerhalb der Fachabteilung



Veranstalter:

Ingenieurakademie Bayern Günter-Scholz-Fortbildungswerk
der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau, Schloßschmidstraße 3, 80639 München
Telefon 089 419434-0 , Telefax 089 419434-32

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Skriptums darf ohne schriftliche Genehmigung der Verfasser in irgendeiner Form
- durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren - reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von
Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.
Eigendruck Ingenieurakademie Bayern, Schloßschmidstraße 3, 80639 München

Inhalt

Einführung

- 1 **Warum Textilbeton mit Carbonfasern?**
- 2 **Woraus besteht Textilbeton?**
- 3 **Was sind die typischen Verarbeitungstechniken für Textilbeton?**
- 4 **Was kann man mit Textilbeton machen?**
- 5 **Wie geht man als Anwender an den Textilbetoneinsatz heran?**
- 6 **Rechnet sich sein Einsatz?**

“Stellvertreter“-Vortrag von *Ralf Cuntze*

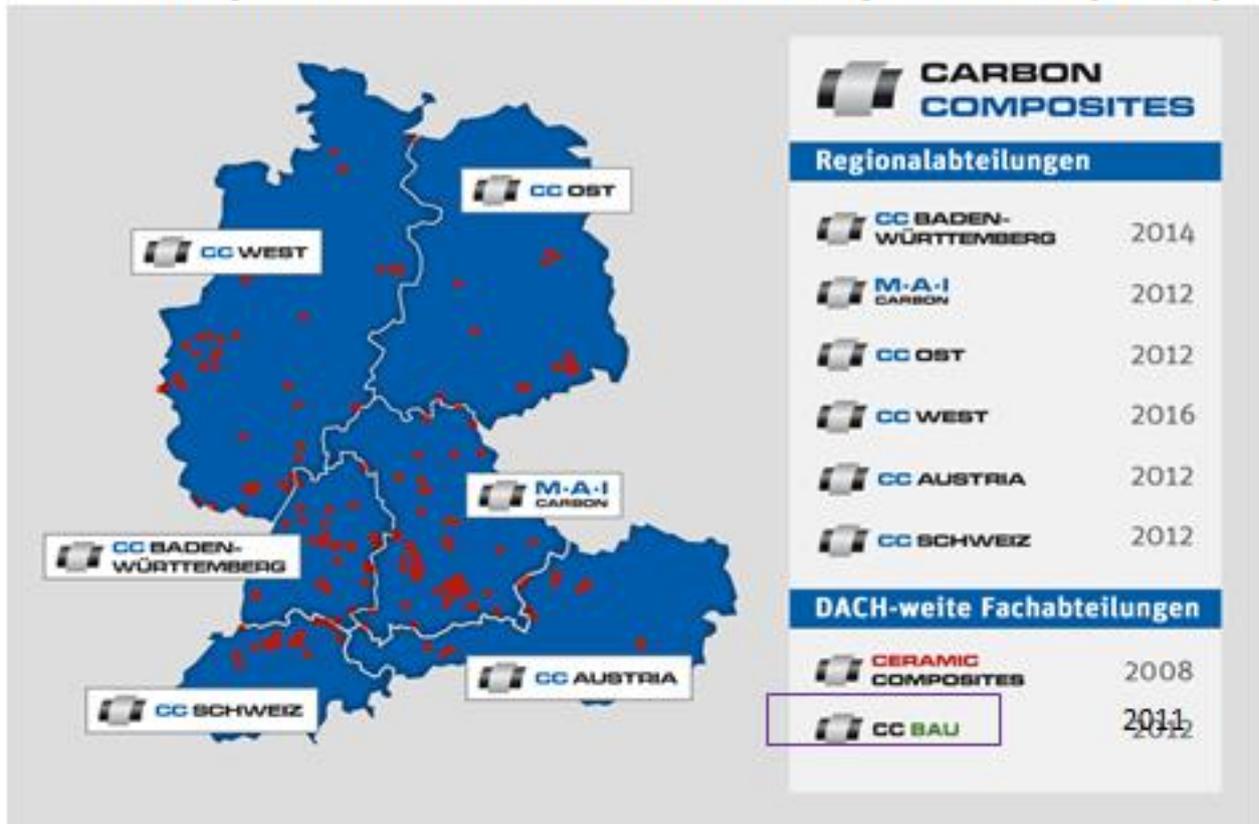
- *Baustatiker und Hobby-Werkstoffmodellierer*
- *Unruheständler aus der Industrie,*
- *seit 1970 im ‘Carbon-Geschäft’*
- *Vater “Failure-Mode-Concept (Versagensmoduskonzept)“,*
damit
- *Gewinner des World-Wide-Failure Exercise 1993-2013 für*
räumlich beanspruchte uni-direktionale Schichtwerkstoffe
(Lamelle, Lamina) und weiter damit
- *erfolgreicher Abbilder der Testdaten von räumlich beanspruchtem*
Porenbeton, Normalbeton und UHPC (nicht-rotationssymmetrische
3D-Bruchkörper !)

unter Verwendung von Unterlagen von J. Bielak (RWTH), Dr. M. Butler und Dr. F. Schladitz (TU Dresden), M. Lischka (Dr. Schapertöns Consult), R. Thyroff (Fraas) sowie Dr.-Ing. I. Gaitzsch (texton) und H. Funke (TU Chemnitz)

280 Mitglieder

DACH - Netzwerk

Das Kompetenz-Netzwerk Carbon Composite e.V. (CCeV)



Reaktion beim CCeV bzgl. Textilbeton- Zukunftsaussichten durch Gründung von CC Bau mit den Arbeitsgruppen (AGs):

Bemessung und Nachweis: Prof.-Dr.-Ing. habil. Ralf Cuntze (2011)
 Faserverbundarmierter Beton: Dr.-Ing. Ingelore Gaitzsch (2016)
 Faserverstärkte Kunststoffe: Prof. Dr.-Ing. Jens Ridzewski (2018)
 Robotergetützte Fertigung: Dipl.-Ing. Otto Kellenberger (2018)

= Textilbeton +
 + Faser-Verstärkte Kunststoff-Bauteile (FVK-Bauteile)

*.. und belegt durch viele Veranstaltungen
 in Abstimmung mit und in Einbezug der vorhandenen erfahrenen Praktiker*
 ⇒

Veranstaltung des Carbon Composites e.V. mit der Bauinnung Augsburg und der Handwerkskammer für Schwaben, Augsburg
unterstützt von TUDALIT e.V.

am 8.12.2017 im Ausbildungszentrum der Bauinnung Augsburg, Stätzlinger Strasse 111, 86165 Augsburg.

Ansprechpartnerin: Dipl.-Ing. (FH) R. Brechenmacher, 0821-346 94 9-0, info@abz-augsburg.de

Zur Anwendung von Textilbeton inkl. einer Bauteilherstellung

Eine Informationsveranstaltung für Bauunternehmer, Bauhandwerker, Architekten, Planer, Bauherren und Auftraggeber, Baubehörden

- (9.00) **Begrüßung der Teilnehmer** (*R. Cuntze*)
- (9.10) **Grußwort des Instituts für Massivbau der TU München** (*Prof. Dr.-Ing. O. Fischer*)
- (9.25) **Grußworte der HWK Schwaben** (*Dipl.-Wirtschafts-Ing. K. Ensenmeier*) **und der Bauinnung Augsburg** (*Dr. M. Kögl*)
- (9.40) **Einführung ins Thema: Warum Textilbeton?** (*M.Sc. J. Bielak, IMB, RWTH Aachen*)

Themenblock 1 Woraus besteht Textilbeton?

- (10.00) **Feinbeton und Werkstoffverbund Textilbeton** (*Dr.-Ing. M. Butler, Institut für Baustoffe TU Dresden*)
- (10.30) **Textile Produkte** (*R. Thyroff, V. Fraas GmbH, Geschäftsführer Solutions in Textile, Helmbrechts, Bayern, Geschäftsführer TUDALIT*)

Kaffeepause (11.00)

Themenblock 2 Was kann man mit Textilbeton machen?

- (11.30) **Anwendungsmöglichkeiten von Textilbeton im Neubau** (*M.Sc.J. Bielak, IMB, RWTH Aachen*)
- (12:00) **Verstärkung und Sanierung mit Textilbeton** (*Dipl.-Ing. E. Erhard, Technischer Leiter Torkret GmbH, Essen und Leiter TD Ed. Züblin AG Direktion Bauwerkserhaltung, Stuttgart, Vorstand TUDALIT*)

Mittagspause (12.30)

Themenblock 3 Typische Verarbeitungstechniken für Textilbeton

- (13.15) **Moderierte Videos zu den Textilbetontechnologien Laminieren, Gießen, Spritzen und Herstellung eines Bauelements** (*B. Kölsch, betonedesignfactory, Schönborn, mit Bauinnung Augsburg*) Kaffee

Themenblock 4 Wie gehe ich als Anwender an den Verbundwerkstoff Textilbeton heran?

- (14.45) **Zulassungsfragen und Baurecht** (*Dipl.-Ing. F. Andretter, Oberste Baubehörde in Bayern, Sachgebiet IIB9 – Bautechnik*)
- (15.15) **Die TUDALIT- Planermappe** (*R. Cuntze für Dr.-Ing. S. Weiland, Bilfinger Instandhaltung*)

Auswertung und Ausblick

- (15.45) **Wie geht es weiter?**
Fragen, Anregungen - Teilnehmer und Veranstalter kommen ins Gespräch

Ende gegen 16.00 Uhr mit Get Together

Programmgestaltung: Prof. Dr.-Ing habil. Ralf Cuntze in Zusammenarbeit mit Dr.-Ing. Ingelore Gaitzsch (texton)

Kontakt: Ralf_Cuntze@T-Online.de; gaitzsch@textil-beton.net

Nächste Veranstaltungen der Fachabteilung CC Bau: 28.02.2018 in Chemnitz; 21.06.2018 in Winterthur; 07.11.2018 in Stuttgart 4



„Automatisierte Fertigung im Bauwesen von Bauteilen mit Polymermatrix oder Betonmatrix“ – Was ist erreicht? Was sind die Visionen?

CCeV-Thementag von allen AG's der CCeV-Fachabteilung CC Bau

Zielgruppen: Bauwirtschaft, Architekten, Planer, Handwerker, Auftraggeber, Zulassungsstellen

am 10.04. 2018 beim CCeV, Am Technologiezentrum 5, D 86159 Augsburg, Raum: ??

Thementag: 95 € für Nicht-Mitglieder, frei für Vortragende. Folien: englisch, deutsch. Vorträge: 25 + 5 min Diskussion.
Anmeldung bei: Dr. T. Heber, thomas.heber@carbon-composites.eu

Agenda (Folien deutsch oder englisch, 25 + 5 min Diskussion)

8:30	Registrierung der Teilnehmer
9:00	Einführende Worte (CC Bau: Cuntze, Kellenberger, Ridzewski, Gaitzsch)
9:15	Grußwort zum Thementag. Prof. H. Jäger, Professur für Systemleichtbau und Mischbauweisen, TU Dresden; CCeV-Vorstandsvorsitzender
9:30	Was ist der Technologiestand der roboter-gestützten Automatisierung generell im Bauwesen. O. Kellenberger, AlphaTeck, Augsburg
10:00	Wie die Architektur die Automatisierung im Bauwesen nutzt und treibt. Prof. J. Knippers / V. Koslowski, Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen, Uni Stuttgart
10:30	Kaffeepause
11:00	Was ist der Stand der additiven Fertigung im 'Polymermatrix'-Bauwesen? Prof. J. Ridzewski, IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Dresden)
11:30	3D-Druck mit Beton – Was sind die Herausforderungen und Lösungsansätze? CONprint3D . Prof. V. Mechtcherine, Institut für Baustoffe, TU Dresden
12:00	3-Druck von Beton-Bauteilen – neue Möglichkeiten für Architekten und Ingenieure. Prof. J. Feix / M. Egger, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Bereich Massivbau und Brückenbau, Uni Innsbruck
12:30	Mittagspause
13:30	Vortragstitel
14:00	Entwicklung der Baurobotik in den letzten 3 Jahrzehnten. Prof. T. Bock, Lehrstuhl Baurealisierung und Baurobotik, Bereich Architektur, TU München
14:30	Plattenbewehrung – automatisch verlegbar. NN, Betonwerk Oschatz Kümmerer I. Gaitzsch
15:00	Kaffeepause
15:30	Contour Crafting in Construction. W.H. Bittner, doka ventures, Umdasch Group, Amstetten, Österreich
16:00	Resumee, Abschlussdiskussion zur Inhaltsbelegung der AG "Roboter-gestützte Fertigung"
16:15	Get Together

Ihre Ralf Cuntze (08136-7754) und Otto Kellenberger

Hinweise: CC Bau: Fachabteilung des CCeV, besteht aus den 4 AGs: Bemessung und Nachweis (Prof. Ralf Cuntze), Faserverbundarmierter Beton (Dr. Ingelore Gaitzsch), Faserverstärkte Kunststoffe (Prof. Jens Ridzewski), Roboter-gestützte Fertigung (Dipl.-Ing. Otto Kellenberger). 3er-AG Bau: 28.2. 2018, Chemnitz (bei Sächsischem Textilforschungszentrum durch TU, Prof. Kroll/Dr.-Ing. habil. Sandra Gelbrich); 21.6. 2018 ZHAW Winterthur Schweiz als DACH-Meeting; 9.11. 2018 in Stuttgart (Raum über das DLR, C. Kindervater). *10. Carbon- und Textilbetontage, 25.-26.9. 2018 in Dresden



DACH-Veranstaltung der CC Bau-AGs

am 21.06.2018, Raum MY 01.09, bei der

ZHAW Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen, Gebäude MY, Lagerplatz 21, 8400 Winterthur,
Frau Sydow, 0041 58 934 69 82. CCeV-Kontakt Bernhard Jahn (Bernhard.Jahn@carbon-composites.eu).

Das Bauwesen ist eine Branche, bei der das Thema Hochleistungsfaserverbund einerseits noch nicht etabliert ist, andererseits jedoch ein enormes Anwendungspotential besteht. Vor diesem Hintergrund hat sich der Carbon Composites e.V. (CCeV) entschieden, das Thema für seine Mitglieder weiter aufzubereiten, zu vertiefen und gemeinsam voranzutreiben. Am 28. September 2017 wurde daher „CC Bau“ als CCeV-eigene Fachabteilung gegründet. CC Bau knüpft direkt an die bisherige Gemeinschaftsabteilung CC Tudalit von CCeV und Tudalit e.V. an. Auch in Zukunft wird die Fachabteilung CC Bau zum Mehrwert der Mitglieder eng mit anderen Netzwerken wie Tudalit e.V. und C³ – Carbon Concrete Composite e.V. kooperieren. Die Fachabteilung CC Bau bietet mit ihren Arbeitsgruppen eine Plattform für Kontakte, Wissenstransfer und Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet leichter faser- und textilverstärkter Verbundstrukturen für Anwendungen im Bauwesen. Eingeladen sind Vertreter aus Wissenschaft, Forschung und Lehre, Unternehmer aus der gesamten Wertschöpfungskette von textilverstärkten Verbundstrukturen sowie Planer, Vertreter von Behörden und interessierte Bauherren. Die Arbeitsgruppen unterstützen mit Vortrags- und Gesprächsangeboten die Entwicklung neuer Projekte und innovative Zusammenarbeit.

Thementag: Vortragende frei, Nicht-CCeVler 95€ + MwSt

Programm (Folien deutsch oder englisch, Vortrag 25 min + 5 min Diskussion),

9:00	
9:15	Begrüßung (Cuntze, Kurath)
9:30	Mit Carbon stark vorgespannte, sehr dünne Betonplatten CPC. Prof. J. Kurath, ZHAW Winterthur, Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen
10:00	3D Carb. Prof. P. Ermanni/ 3D Carb-Beteiligter, ETH Zürich
10:30	Kaffeepause
11:00	22 Jahre Forschung über mit Karbonfasern vorgespannten Beton an der EMPA. Prof. G. Terrasi, EMPA, Dübendorf
11:30	Faserverbundwerkstoff-Visionen der 1970er und 80er Jahre: Update 2018. Prof. U. Meier, EMPA, Dübendorf
12:00	Eigenschaften und Anwendungsfeldergestickter textiler Bewehrungen . Prof. J. Feix / M. Egger, Institut Massivbau und Brückenbau, Uni Innsbruck
12:30	Mittagspause
13:30	Stickerei als Fertigungstechnologie für die Bautechnik. Prof. T. Bechtold, Textilchemie, Üibk Vorarlberg
14:00	Zur Bemessung von Brücken und Dächern aus Faserverbundwerkstoffen . Prof. T. Keller, EPFL-ENAC-CCLAB, Lausanne
14:30	CFK- Verstärkungen in Deutschland. Dr. H. Peters, Büro HPS (Carbon for Civil Engineering Stuttgart / T. Lepinski, Entecsol, Wittstock,
15:00	Kaffeepause
15:30	Die TUDALIT-Planermappe. (Autoren: U. Assmann / P. Offermann, TUDALIT Dresden. Zusammenstellung eines Vortrages durch R. Cuntze)
16:00	ZHAW-Besichtigung
	Get Together

Ihr Ralf Cuntze (08136-7754) mit Ingelore Gaitzsch, Jens Rüdzenski, Otto Kellenberger

Hinweise: *Nächste Veranstaltungen der Bau-AGs: 28.2.2018, Chemnitz (bei Sächsischem Textilforschungszentrum durch TU, Prof. Kroll /Dr.-Ing. habil. Sandra Gelbrich); 7.11. 2018 in Stuttgart (Raum über das DLR, C. Kindervater). Thementag 'Automatisierte Fertigung' am 10.4.2018 beim TZA, Augsburg. 10. Carbon- und Textilbetontage, 25.-26.9. 2018 in Dresden. Die CC TUDALIT-2er-AG wurde zum 1.1.2018 in eine 4er-CC Bau-AG als Fachabteilung des CCeV überführt und erweitert. Die AGs und Ihre Leiter sind: Bemessung und Nachweis (Prof. Ralf Cuntze), Faserverbundarmierter Beton (Dr. Ingelore Gaitzsch), Faserverstärkte Kunststoffe (Prof. Jens Rüdzenski), Robotergestützte Fertigung (Dipl.-Ing. Otto Kellenberger)

Der Anreiz: Werkstoff leicht und nicht korrosionsanfällig

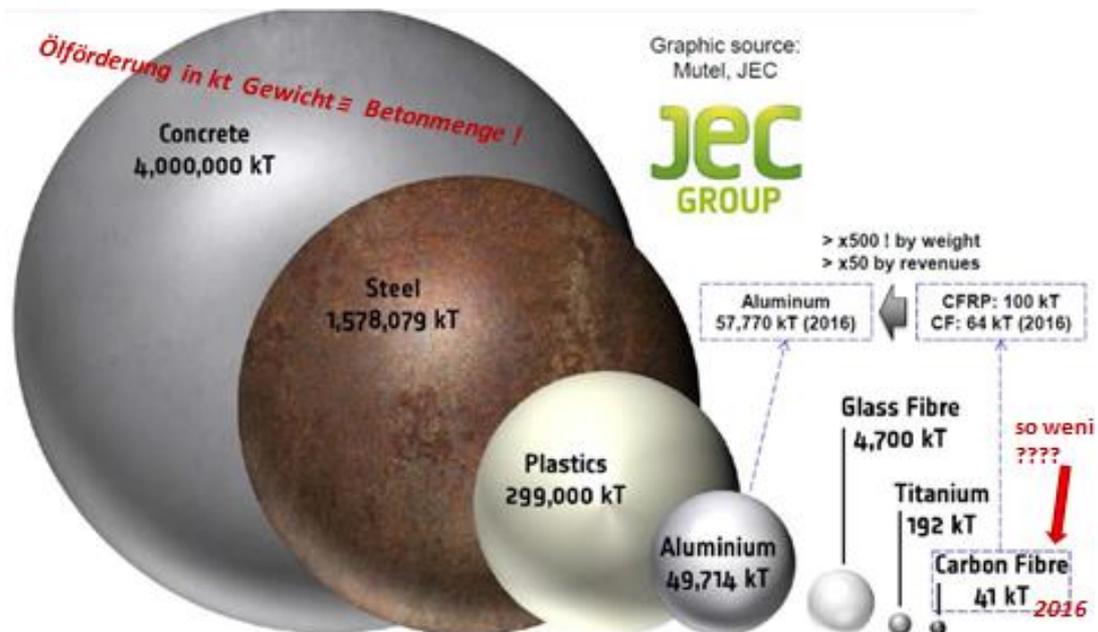


18 von 19 Warum Textilbeton?
Jan Bielak, M.Sc. RWTH
06.12.2017, Augsburg

J. Bielak

IMB Lehrstuhl und Institut für
Materialien | RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Produktionsmengenvergleich: Beton, Öl und Carbonfasern



10

Carbon Composites - The Future

29.10.2017

UNA
Universität
Augsburg
University
Michael Heine

Mengenverhältnis CF / Stahl = 1/10000

10

1 Warum Textilbeton mit Carbonfasern (CF)?

Um Schädigungsmechanismen zu vermeiden wie:

- Stahlbewehrungskorrosion aufgrund von Carbonatisierung des Betons (pH-Wert gesenkt). Rost sprengt den Beton, Abplatzen
- Lochfrasskorrosion der Stahlbewehrung durch eingetragene Chloride
- Betonkorrosion infolge von: Sulfat-Treiben, Alkali-Kieselsäure-Reaktion, Kalk-Treiben, Frost-Tau-Wechsel

und um zu erzielen

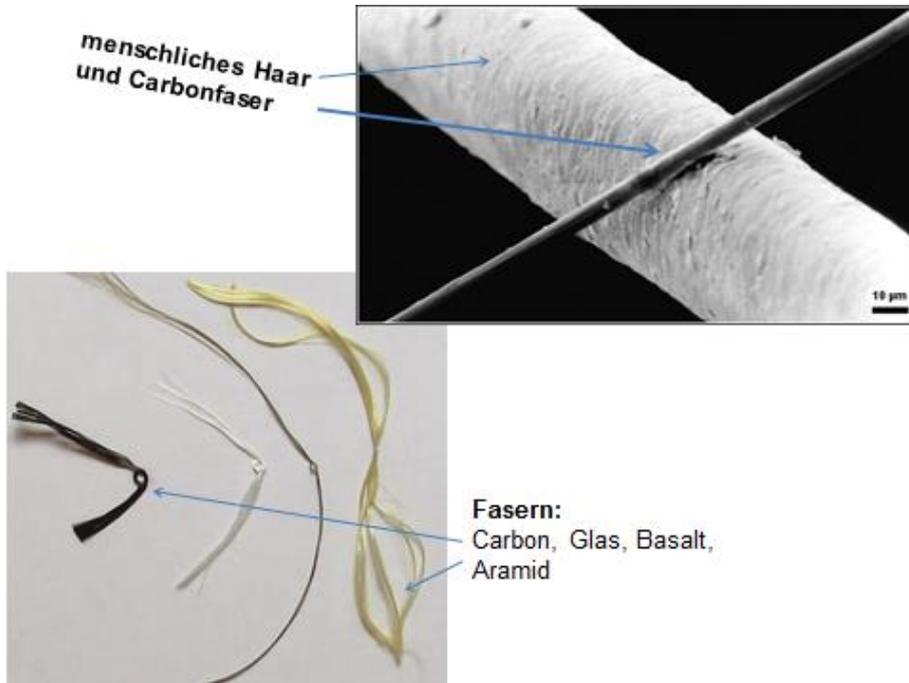
- Lebensdauererhöhung (Dauerhaftigkeit) gegenüber Stahlbewehrung
- Reduktion Energieverbrauch für Produktion, Reduktion CO₂-Ausstoß
- leichtere Bauteile
- chemische Beständigkeit
-

Ordnungsschema für faserverstärkte Bauteile mit Polymermatrix und für FVK-verstärkte Betonmatrix [3. Entwurf: Cuntze mit Kimm, Heppes, Diestel, Butler, ..]

Normalbeton	Betonmatrix	Wasser + Zement (bspw. CEM I; CEM II) + Zuschlagstoffe (Sand, Kies, Schotter) + ggf. Zusatzmittel wie z.B. Fließmittel, Verzögerer		Größtkorn ≤ 8 mm	Faserbeton FRC (Stahl, Carbon, AR-Glas, AR-Basalt)					
Feinbeton HPC, UHPC				Größtkorn ≤ 2 mm						
Stahlbeton Carbonbeton AR-Glasbeton Basaltbeton <i>vereinfachende Begriffe</i> CarbonFK GlasFK AramidFK BasaltFK NaturfaserFK	Bewehrungsform	FVK-Verstärkter Beton				Profile, Bauelemente				
		UDRC	Textilbeton (TRC)							
		1D	2D	Bewehrungsausrichtung			2D/2.5D	3D	2D/2.5D	
		Litze Stab Lamelle	R, Q Gitter'matte' (grid)	Atlasgewebe (satin) Köpergewebe (twill) Leinwandgew. (plain weave)	Gewirk warp-knitted fabric Gestrick weft-knitted fabric		Geflecht braided fabric	Vlies (fleece) orientiert, wirr Sitgrid031 gestickte Bewehrung für 'Sandwiches'	?	Kurzfaser für Matrix-Verbesserung evtl. auch Langfaser
		UD-Schicht Lamina, ply (= Lamelle) prepreg tape	Gelege MAG (NCF)	Halbzeuge für Tragende Verstärkung (Endlofaser)						
		Faser-Verstärkter Kunststoff FVK (FRP)				'Faser-kunststoff'				
Duomer (thermoset) Thermoplast (thermoplastic)	Polymermatrix	Harzsysteme: EP, TP, ... mit Katalysatoren, etc				SMC / BMC				

2 Woraus besteht Textilbeton?

- **Faserhalbzeuge (Verstärkung)**
- **Gesteinskörnungen = Zuschlagstoffe**
- **Zement (Bindemittel)**
- **Fliessmittel**



knot strength capability

Filament und Multifilamentgarn



- Durchmesser: 6-7 µm
- Festigkeit: >2000 MPa
- E-Modul: > 200 GPa



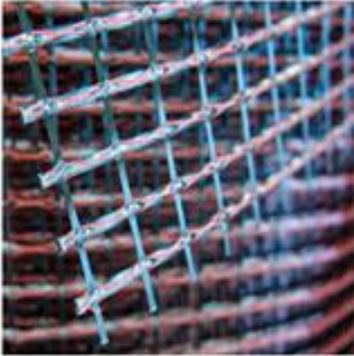
- Anzahl Filamente: $10^4 \dots 10^5$
- Festigkeit: 700 ... 3000 MPa
- E-Modul: 100 ... 200 GPa

Garn, Roving, Tow

Textile Bewehrungen

Beispiel: ~~Zwei~~axiale Carbongewebe *gitter*

M. Butler
TU Dresden, IMB



„Zulassungstextil“
der Fa. V.Fraas



„Diagonaltextil“ aus der
Produktion ITM (TU Dresden)

Wichtig: Fasern, Rovings müssen möglichst ausgerichtet sein !



Textile Bewehrungen

Gitter mit nunmehr
"mm-Maschenweite"

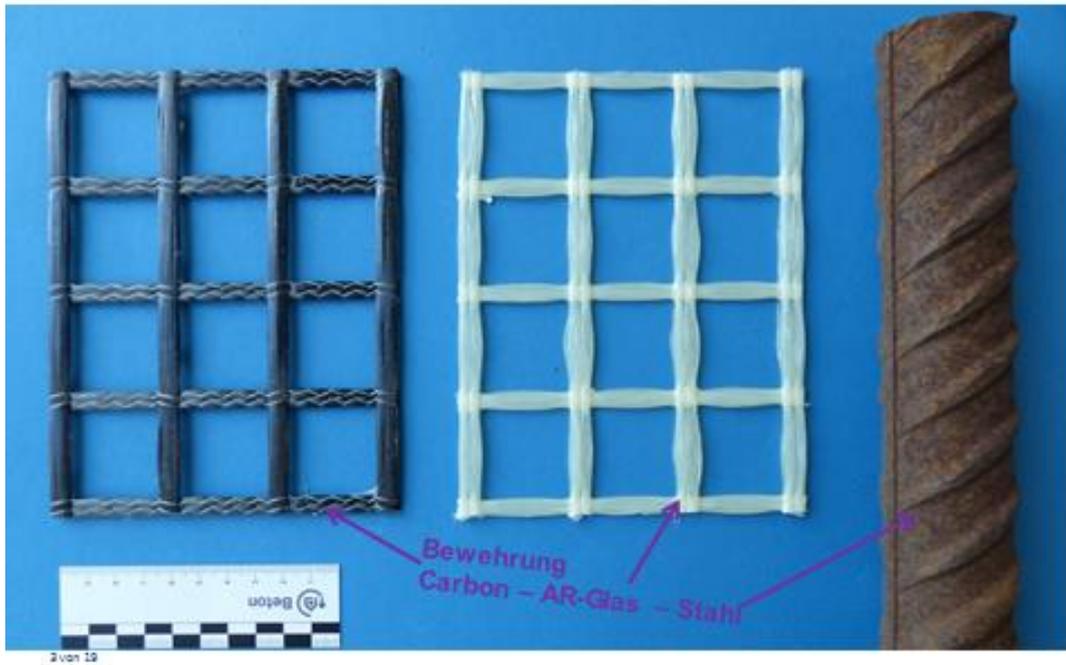
Leichte Gitter-Rolle

Leichter ist hier mal nicht schwerer

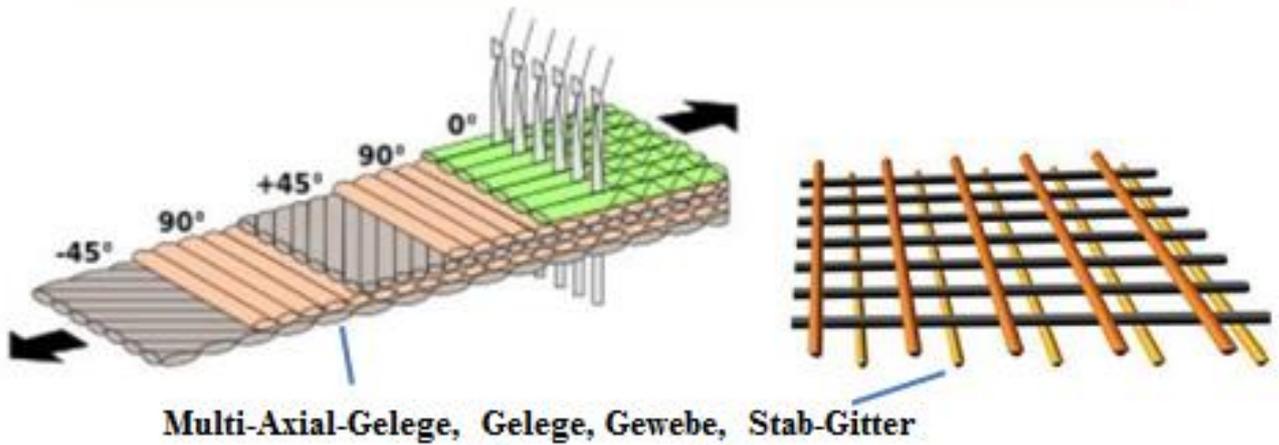


Was soll betrachtet werden? Stäbe oder Gitter

J. Bielak



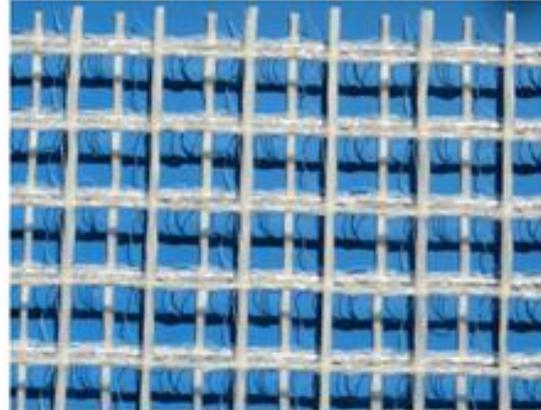
Gelege und Stab-Gitter



Verschiedene Gitter , CF und Glas [Firma Fraas]



SITgrid500KA (Fraas) 15 mm x 15 mm
24 k C50 T024 EP , thread PE 0.3 mm



SITgrid701KB20 mm x 20 mm
AR-Glas Cemfil 5325 2400 tex, thread PE 0.30 mm

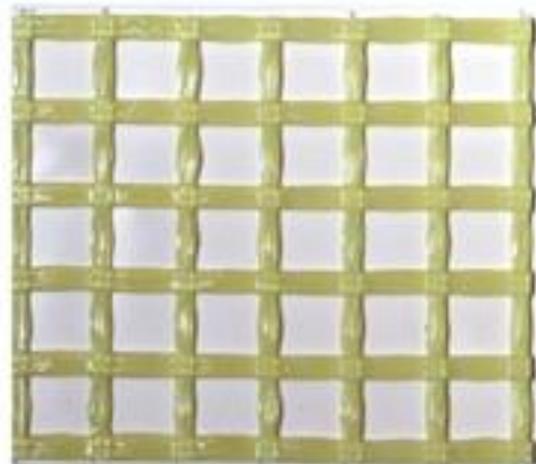
Verschiedene Glas-Gitter [Firma Solidian]

Die Standardbreite
 beträgt 1,200 m
 die Maximalbreite
 0,120 m
 Ein-Personenverkehr
 bis 1,00 m Breite
 von 50 bis 140
 und darüber hinaus
 EP = Epoxidharzdrainage
 SB = Sturzfallüberdeckung

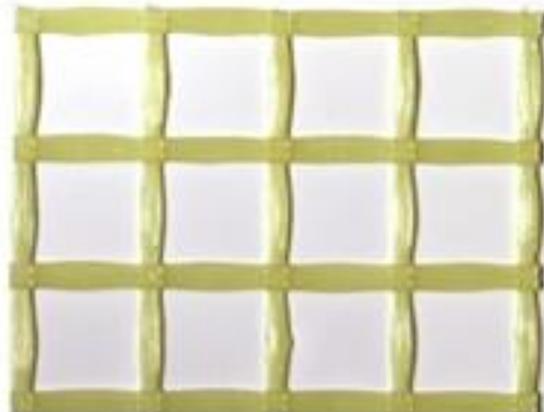
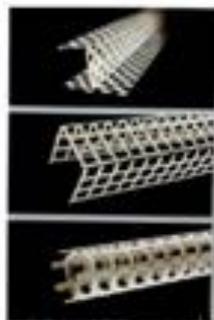
solidgrid® Q 000 - Y 88 - 99

Q = symmetrischer Aufbau
 R = rechteckiger Aufbau
 S = Überbau
 C = Deckfläche
 A = Abstand der Bewehrung

solidgrid 000-QP-38	solidgrid 000-QP-38
solidgrid 000-QP-21	solidgrid 000-QP-21
solidgrid 0100-QP-38	solidgrid 0100-QP-38
solidgrid 0125-QP-38	solidgrid 0140-QP-25
solidgrid 0140-QP-25	solidgrid 0140-QP-38

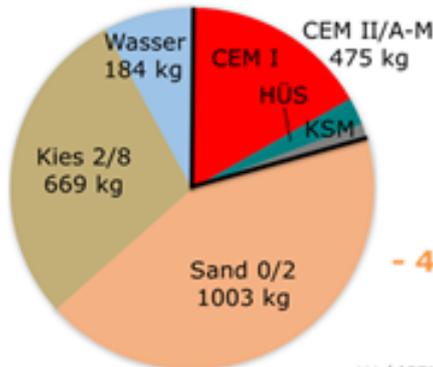


**Bewehrungs
körbe**

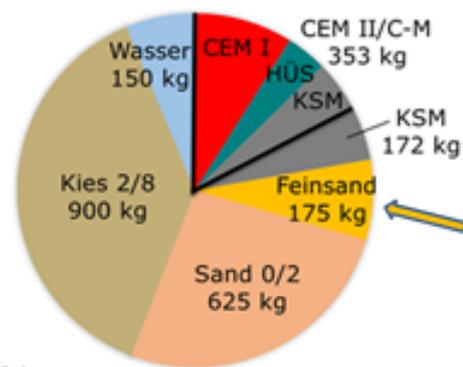


Betonzusammensetzung Normalfester Beton für Gießverfahren

Referenz-Beton mit CEM II/A-M (S-LL)



C³-Beton mit CEM II/C-M (S-LL)



- 45 % CEM I

- $W / (CEM I + HÜS + KSM) = 0,4$
- Konsistenz F5 bis F6

KSM = Kalksteinmehl, HÜS = Hüttensand, CEM II = Portlandkompositemente

Beton - Anforderungen

M.Butler

Konstruktion und Produktionsverfahren

Art und Größtkorn der Gesteinskörnung

- Betondeckung
- Maschenweite Bewehrung
- Anzahl Bewehrungslagen

Konsistenz

- Fertigungsverfahren (Gießen, Injizieren, Handlaminiieren, Spritzen)

Verbund zur Bewehrung und mechanische Eigenschaften

- Rissanzahl und -abstand
- Verformungen unter Last
- Tragfähigkeit
- Fertigungsverfahren

GZG
GZT

Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit

Je nach Anwendungsfeld:

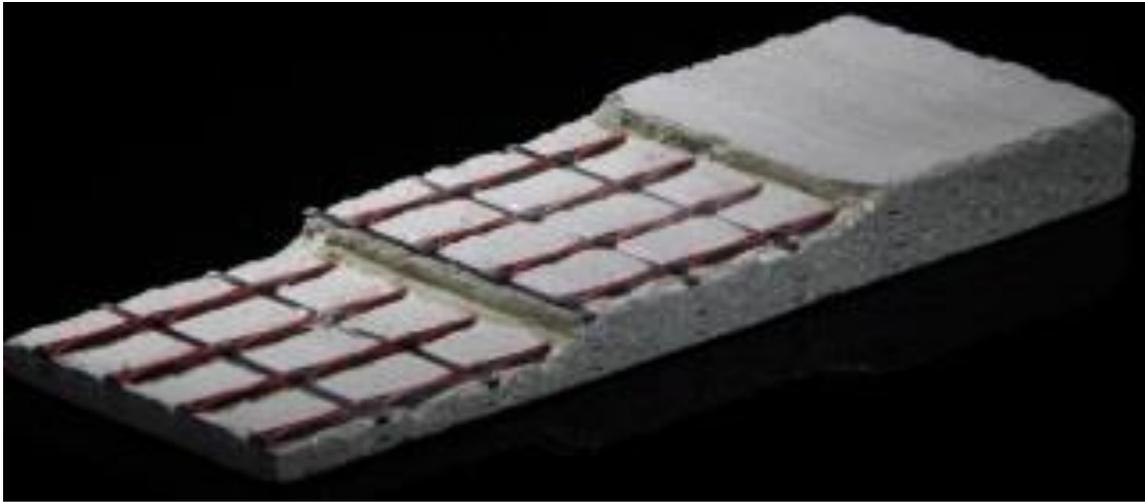
- frostbeständig
- wasserundurchlässig
- säurebeständig
- abriebfest
- hitzebeständig

Bei Verstärkung und Instandsetzung

- geringe Karbonatisierung
- hoher Permeationswiderstand (z.B. gegenüber Chloriden)

- Reduktion Energieverbrauch für Produktion
- Reduktion CO₂-Ausstoß
- Einsatz von nachhaltigen Zusatzstoffen

Schichtaufbau eines Carbonbeton-Laminates



3 Was sind die typischen Verarbeitungstechniken für Textilbeton?

1. Spritzen, 2. Laminieren, 3. Gießen

Beton für Spritzverfahren und Handlaminieren

M. Butler

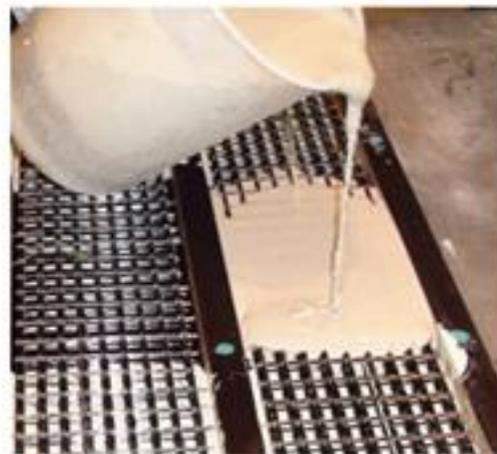
- Nass- und Trocken-Spritzmörtel mit Mikrosilika
- Größtkorn 2 mm
- Eignung für Anwendung bei Verstärkung und Instandsetzung



Herstellen des Verbundes



Schichtenweiser Aufbau im Laminierverfahren



Fertigung im Gießverfahren

- **Spritzverfahren**
- Nass- und Trocken-Spritzmörtel mit Mikrosilika, Größtkorn 2 mm
- Eignung für Anwendung bei Verstärkung und Instandsetzung

2 Einführungs-Veranstaltungen in Augsburg bereits durchgeführt!

4 Was kann man mit Textilbeton machen?

Neubau:

Fassadenplatten, Fussgängerbrücken, Dachschaalen, Balkonplatten, Geschossdecken, Treppenstufen, Freiformflächen (gestalterische Freiheit), Schalung,...

Sanierung/Wiederherstellung:

Strassenbrücken-Aufbeton, Silowände, ...

Verstärkung Bauen im Bestand:

Geschossdecken, Stützen, ...

*Es lohnt sich dabei,
- schon aus Masse-Einspargründen -
zukünftig "Bauen neu denken"
auch wenn "leichter" "schwerer" ist.
Dabei sind Neue Funktionalitäten einzudenken.*

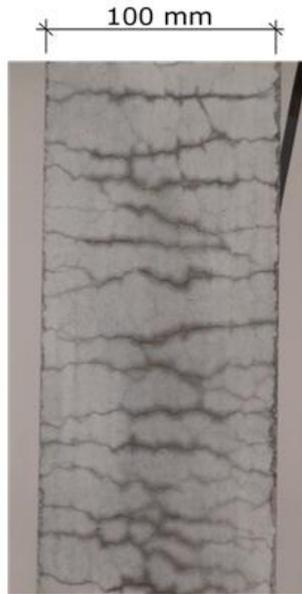
Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Verbundwerkstoff Textilbeton

Rissbilder



keine Bewehrung



Textile Bewehrung



Textile Bewehrung + Kurzfaser

1 -

Darum Textilbeton!

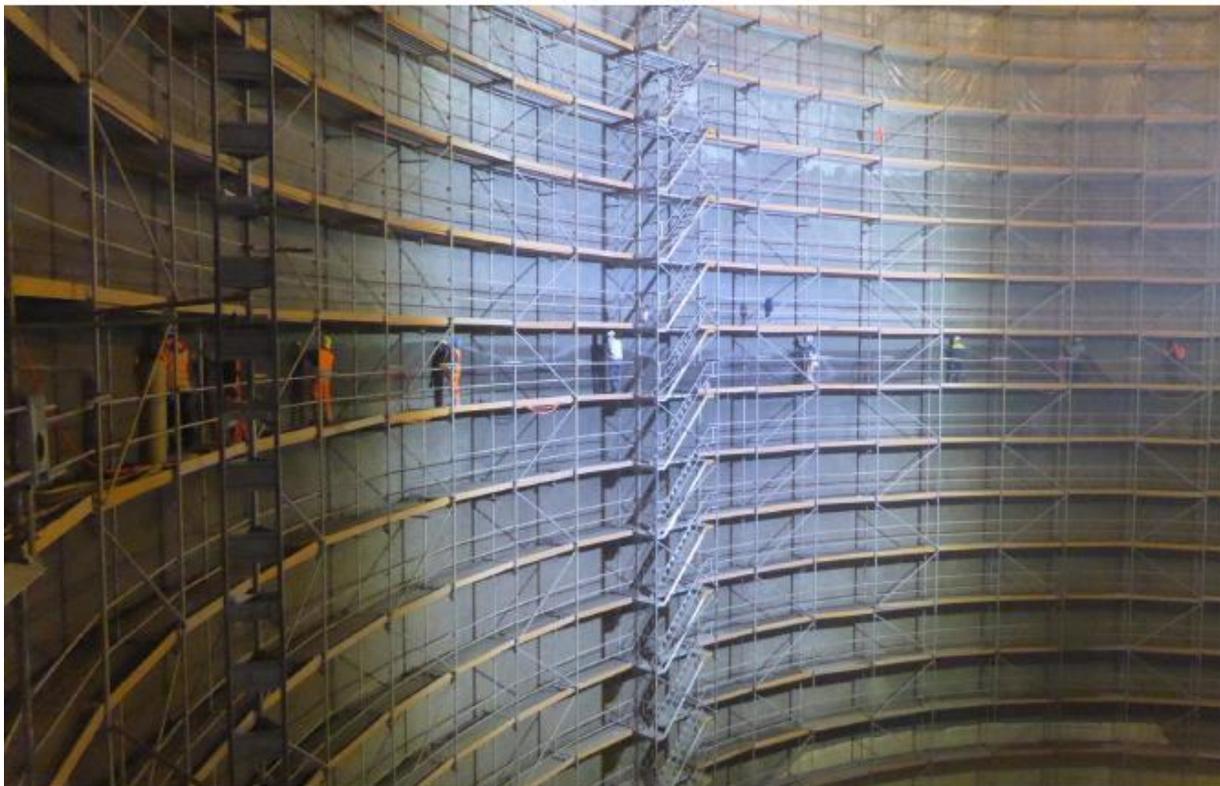
Dünnwandigkeit	Beständigkeit	Lebenszykluskosten

CPC: Carbon-Prestressed Concrete
Prof. Josef Kurath
zhaw



Vorspannung im Spannbett: Für ebene Platten gute Idee für Serienprodukt

Zuckersilo Ülzen: Instandsetzungsarbeiten Einbau der textilen Bewehrung



© Implenja | Brandschadensanierung mit Textilbeton im Zuckersilo Ülzen | Dr.-Ing. Silvio Weiland | 23. September 2016 |

Bauzeit 3 Monate , 2015, 14000 m² CF-Textilgitter, 250 t Feinbeton

5 Wie geht man als Anwender an den Textilbetoneinsatz heran?

... das zeigt für eine *Deckenplatten-Biegeverstärkung* die folgende, eine abZ –abbildende Planermappe von TUDALIT. (*als PDF erhältlich*)

Leichter bauen – Zukunft formen

TUDALIT®

Verstärken mit Textilbeton nach abZ Z-31.10-182

Ein Leitfaden
für planende Architekten und Ingenieure,
für Ausführungsunternehmen und für Bauherren


Leichter bauen – Zukunft formen

01. TUDALIT® – die Qualitätsmarke für textile Bewehrungen im Betonbau
02. Textilbeton im Überblick
03. Anwendung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung abZ Z-31.10-182
04. Konstruktion und Verfahren für Textilbetonverstärkungen
05. Bemessung
06. Bemessungssoftware
07. Produktdatenblätter und Materialproben
Bausatzkomponenten Gelege
Bausatzkomponente Feinbeton
08. Ausschreibungshilfen
09. Zertifizierte Unternehmen nach abZ
10. Hersteller, Service und Ansprechpartner
11. Vorschriften und Regelwerk
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung abZ Z-31.10-182
Verzeichnis der anerkannten Prüfstellen
12. Referenzen und Beispiele für Verstärkungen und Rissanierungen mit Textilbeton

1. TUDALIT® – die Qualitätsmarke für textile Bewehrungen im Betonbau

Der Verbundwerkstoff Textilbeton revolutioniert das Bauen in der Welt und eröffnet ganz neue Möglichkeiten für Bauherrn und Architekten.

Der Verbundwerkstoff Textilbeton wurde an renommierten deutschen Forschungseinrichtungen entwickelt und steht für Praxisanwendungen bereit.

Seine Anwendungsgebiete umfassen:

- Neubau,**
- Sanierung,**
- Verstärkung.**

Mit der Qualitätsmarke TUDALIT® stehen hierfür Produkte zur Verfügung, bei denen höchste technische Standards und eine enge Zusammenarbeit zwischen Herstellern und Unternehmen von der Planung bis zum Einsatz auf der Baustelle gesichert sind.

Der Verband der Qualitätsmarke TUDALIT® wurde im Januar 2009 gegründet.

Der TUDALIT e.V. hat über mehr als vier Jahre die Grundlagen für die Erteilung einer ersten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung erarbeitet und finanziert.

Wertvolle Erfahrungen konnten durch eine Reihe von Vorhaben mit Zustimmungen im Einzelfall gewonnen werden.



Verstärkung eines Hyparschalendachs in Schweinfurt

Foto: Ulrich van Stipriaan

4. Konstruktion und Verfahren für Verstärkungen mit Textilbeton nach abZ

4.1 Konstruktion

Nachfolgend wird anhand von Prinzipdarstellungen die Konstruktion einer Verstärkung mit textilen Carbonbewehrungen gezeigt. Die Anforderungen an die Ausführung einer Verstärkung werden unter 4.2 im Detail behandelt; ein Bemessungsbeispiel enthält Kapitel 5.

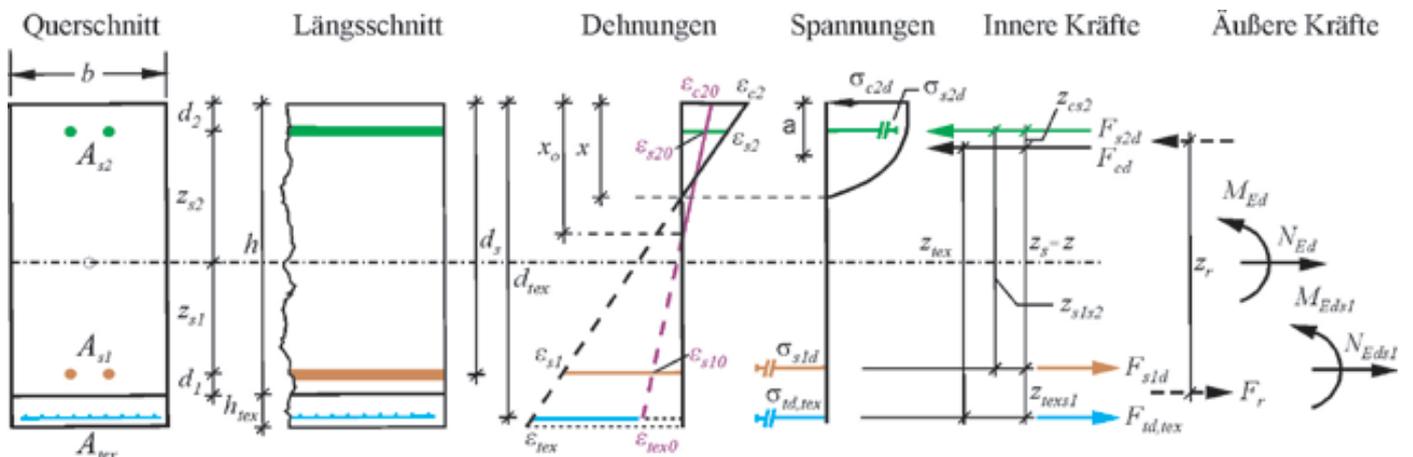


- 1 Bestandbauteil
 - 2 Stahlbewehrung des Bestandbauteils
 - 3 Vorbereitete Altbetonoberfläche
 - 4 Feinbetonlage
 - 5 Textilbewehrung (max. 4 Lagen)
- Achtung: Bild zeigt AR-Glasbewehrung

Bild 4.1 Unterteil einer 4lagig textiltbetonverstärkten Stahlbetondecke (Prinzipausführung; hier: AR-Glas-Bewehrung)
Foto: DMB/TU Dresden

39

Verstärkung: Biegeträger, Deckenplatte





Verwendbarkeit von Textilbeton?

„1. Problem“: keine Technische Baubestimmung für:

- Epoxidharzgetränktes Carbondtextil als Bewehrung einer Betonplatte,
- Besondere Elemente für die Befestigung

„2. Problem“: Abweichung von Technischen Baubestimmungen

- Überschreitung höchstzulässiger Mehlkorngelhalte nach Richtlinie „Selbstverdichtender Beton“ des DAfStb (SVB- Richtlinie)
- Außerhalb der Norm liegendes Bemessungsverfahren
- Besonderes Herstellungsverfahren

„3. Problem“: Abweichung von vorhandenem Verwendbarkeitsnachweis (abZ)

- Anwendung im Außenbereich
- Verzicht auf Verbundfugen
- Änderung der Textilbewehrung

mögliche
„Probleme“ bei
Verwendung
von Textilbeton

mögliche
„Lösung“ für
Verwendung
von Textilbeton

Lösung aller Probleme: **Zustimmung im Einzelfall**

Baurecht und Zulassungstragen - Johann Eicher / Franz Antretter - 08.12.2017 - 39K Schaabben

6 Rechnet sich der Textilbeton-Einsatz ?

	Stahl	Basispreise	Carbon
E-Modul:	: steifer, rostet	200000 MPa	verwendeter CF-Typ: 130000 MPa
Bewehrungswerkstoff:	Stahl	1 €/kg	Carbonfaser (CF): 16 €/kg
Stab Ø8 mm, 6 m : BSt500S,	2,7 €	≡ 1,3 €/kg	≈ 18 € (mengenabhängig)
Gittermatte R335,6.00 x 2.30, Ø8mm:	95 € (≡ 7 €/qm ≡ 1,9 €/kg)		(AR-Glas: 4 €/qm) = 30 €/qm
			zum Vergleich: CF- Leinwandgewebe 240 g/qm ≡ 30 €/qm
Bindemittel: Zement CEM II			Pagezement TF 10 (0-1mm)
Normalbeton:		140 €/t	Hochleistungsfeinbeton: ??? €/t

* Basispreise dokumentieren nicht die Attraktivität eines Baustoffs für seinen Einsatz, erst recht nicht bei anspruchsvolleren Anwendungen!
* Aspekte, wie Massereduktion, Mehr-Funktionalität, Gebrauchstauglichkeit und Nachhaltigkeit müssen eingerechnet werden. CF wird gegen 10 €/kg gehen.

- Pagez TF 10: Hochleistungs-Feinbeton aus Portlandzement/Quarzsand als Matrix für die Kombination mit dem TUDALIT®-Textilgewebe abgestimmt
- chloridfrei und zementgebunden, schrumpfungsfrei durch kontrollierte Voluminierung
- niedriger Elastizitätsmodul in Verbindung mit einer hohen Biegezugfestigkeit
- niedriger w/z-Wert, frost- und tausalzbeständig
- pumpfähig und leicht zu verarbeiten.

Wunsch: Vergleichs-Kostengrobschätzungen für z.B. Bewehr. R335A

Kilopreisverhältnis Carbonroving / Stahl $16\text{€} / 1\text{€} = 16$ gewichtsbezogen

“**Preisleistungsfähigkeit Zugfestigkeit**“ gegenüber Stahl: $16 / [(p_{\text{Stahl}} / p_{\text{CF}}) \cdot (f_{\text{Stahl}} / f_{\text{CF}})] = 16 / (5 \cdot 4) \approx 1!$

Kostenfaktor Normalbeton/Feinbeton: 4 (aber Bauteil teilweise erheblich dünner)

STAB- (rebar) und Gittermatten-Bewehrung, UHPC

Schätzkosten pro Quadratmeter Deckenplatte : < ?? €/qm

Gittermatten-Bewehrung, UHPC (Klassifizierung anlog zu R-Lagermatten notwendig)

Schätzkosten pro Quadratmeter Deckenplattenverstärkung, 1 Textilschicht : < 70 €/qm

Gittermatten-Bewehrung, 'Normalbeton'

Schätzkosten pro Quadratmeter Deckenplattenverstärkung, 1 Textilschicht : < ?? €/qm

Dazu aber Einsparungen bei 50 Jahren Lebensdauer (noch besser für 100 Jahre) einrechnen:

- *Dauerhaftigkeit, geringere Wartungskosten (abhängig vom Bauteil)
- *Kleinere Bauteilmasse: geringere Transportkosten und Bewehrungs-Verlegekosten
- *geringe Betonüberdeckung: 1 cm
- * CO₂-Einsparung (Klinkerbrennen), * Funktionalisierung einbringbar

Lohnt es sich also nicht für zukünftigen Einsatz: bereits jetzt “Bauen neu denken”!

Hochbaubeispiel Sandwichwand

J. Bielak



- Neue Einsatzmöglichkeiten
- Neue Gestaltungsformen
- Geringere Instandhaltungskosten
- Geringere Betondeckung
- Geringeres Gesamtgewicht des
Tragwerks bzw. der Fassade



- Höhere Kosten der
Ausgangsmaterialien
- Erst wenige Zulassungen + finale
Regelwerke vorhanden
- Wenig Erfahrung im Markt vorhanden

Textilbetonbrücke Ebingen



ALBSTADT

EXPERIENCE COMPOSITES 23.09.2016

Ingenieurbauwerk Albstadtbrücke : Angebots- und Preisvergleich

von *Dipl.-Ing. (FH) Udo Hollauer*
Bau-Bürgermeister der Stadt Albstadt

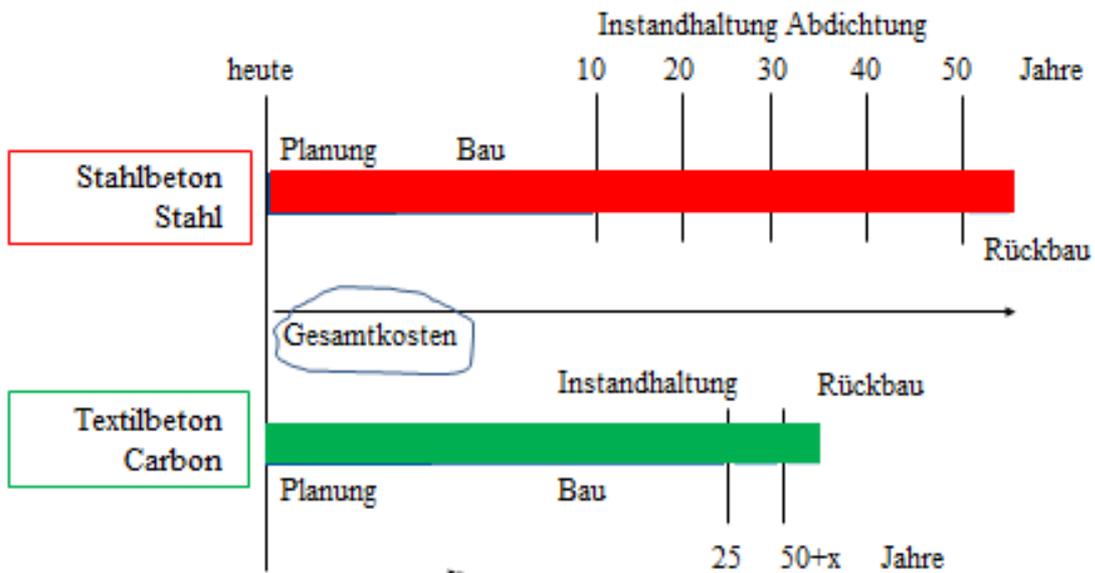
Aluminiumbrücke	57.041 €
Textilbetonbrücke	83.201 €
Vorgespannte Granitbrücke	130.840 €

Weiterer Mehrwert der Textilbeton-Fußgängerbrücke:

- architektonisches Glanzlicht,
- filigrane und doch solide Bauweise,
- einzigartige Optik,
- lange Lebensdauer,
- geringer Unterhaltungsaufwand gegenüber einer Brücke aus Aluminium.



Kosteneffizienz von Bauwerken [J. Bielak]
Beispiel Textilbeton-Fußgängerbrücke (Lebenszyklusbetrachtung)



*Kostenaufsummation ist bei grün
letzlich günstiger als bei rot*

'Lessons Learnt' nach einfacher Stahlbeton-Vergleichsbetrachtung

- ❖ Textilbeton ermöglicht hochbeanspruchbare, filigrane, leichte Konstruktionen
- ❖ Rostschäden gehören der Vergangenheit an. Sand und damit Beton werden teurer, also *Massen-Einsparungspotenzial nutzen*
- ❖ Bewehrung und Beton (*Zementtyp, W / Z -Wert, Kornverteilung, etc.*) müssen aufeinander abgestimmt sein sowie auch der Verbund von Textilbewehrung mit Beton (*Faserschlichte, Tränkung, Oberfläche*)
- ❖ Betonrezeptur sollte in Richtung der gewohnten Verarbeitung von üblichem Normalbeton gehen, um robuster, bauaufgabenspezifischer, anwendungsorientierter und preiswerter bauen zu können. Die gegenüber Normalbeton mehrfach höheren Feinbetonkosten sollten nach 'Vereinfachung' kleiner 2x werden können, was für viele Anwendungsfälle reicht
- ❖ Gebrauchstauglichkeit bedienen: Wasserundurchlässiger Beton durch die feinmaschigen CF-Gittermatten, Industriefußboden aus stochastisch verteilten kurzen Carbon-Einzelfasern, etc.
- Kosten der CF werden bei größerer Herstellungsmenge auf etwa 10 €/kg noch fallen
- Nachhaltige Lebenszyklus-Betrachtung notwendig, nicht nur Baukostenvergleich!
- Automatisierung bei Konstruktionselementen senkt Kosten des Armierungsaufwands
- Aufwendige 'Zustimmungen im Einzelfall' bremsen leider eine häufigere Anwendung.

Da es bisher nur abZs für Fassadenplatten und Deckenbiegeverstärkung gibt, stellt sich die Frage.

**“Wie kommen wir in D gemeinsam weiter,
damit wir wirtschaftlichen Nutzen
aus den bisher gewonnenen Erkenntnissen ziehen und zukünftig
vielleicht
nicht alles über eine aufwendige ZiE machen müssen?”**

In diesem Zusammenhang:

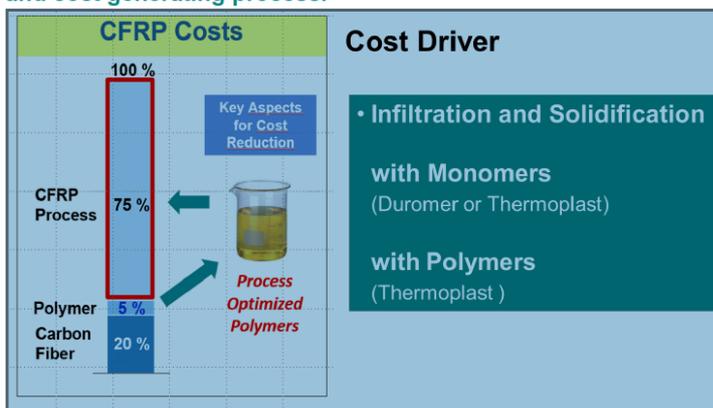
- Welche Anstöße kommen aus der Bayern-Innovativ Auftakt – Veranstaltung **Netzwerk innovativer Massivbau**, am 21. Februar 2018, Am Tullnaupark 8, Nürnberg?
- Wie bekommen wir mehr baupraktische Berater mit Erfahrung (Henne- Ei-Problem)?
- Welche praktischen Ausbildungsmöglichkeiten, z.B. bei Bauinnungen, schaffen wir? (Henne- Ei-Problem).

ANHANG Kostentreiber für CFK-Halbzeuge (M. Heine)

Polymer Infiltration is one of the cost-generating processes



From cost and efficiency aspects the infiltration process of a textile reinforcing architecture with a polymer or the polymerization of monomers to macromolecules within this textile structure is the most time-consuming and cost generating process.



14

Carbon Composites - Optionen für die Zukunft

29.10.2017



Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bauteiltechnisches Prüfamt
Eine vom Bund und den Ländern
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
Mitglied der EDTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum: 30.11.2016
Geschäftszeichen: I 43-1.31.10-25/16

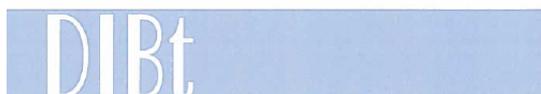
Zulassungsnummer:
Z-31.10-182

Geltungsdauer
vom: 1. Dezember 2016
bis: 1. Juni 2021

Antragsteller:
TUDAG
TU Dresden Aktiengesellschaft
Freibergerstraße 37
01067 Dresden

Zulassungsgegenstand:
Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 14 Seiten und sechs Anlagen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
Nr. Z-31.10-182 vom 20. Mai 2015, verlängert durch Bescheid vom 30. Mai 2016. Der Gegenstand ist
erstmals am 6. Juni 2014 allgemein bauaufsichtlich zugelassen worden.



DIBt | Kolonnenstraße 30 B | D-10829 Berlin | Tel.: +49 30 78730-0 | Fax: +49 30 78730-320 | E-Mail: dibt@dibt.de | www.dibt.de

- Fracture Failure Bodies of Porous Concrete (foam-like), Normal Concrete, Ultra-High-Performance-Concrete and of the Lamella - generated on basis of Cuntze's Failure-Mode-Concept (FMC). NAFEMS World Congress 2017, June, 11-14, Stockholm. 13 pages
- Begriffe, sowie ein Entwurf für ein Ordnungsschema für sowohl faserverstärkte Bauteile mit Polymermatrix (≡ FVK= FaserVerstärkterKunststoff) als auch mit FVK-verstärkter Betonmatrix. 3. Entwurf. R. Cuntze u.a., Februar 2018. 12 Seiten. Download (open website, access after registration) from carbon~connected.de/Group/CCeV.Fachinformationen/Mitglieder
- VDI 2014: German Guideline, Sheet 3 *Development of Fibre-Reinforced Plastic Components, Analysis*. Beuth Verlag, 2006. (in German and English. Cuntze war Herausgeber./Obmann).