

**TRAIN
ING**

V18-14, Werkstoff Beton 18

Carbon-Beton

7. März 2018

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?**

Vortrag Ralf Cuntze

*unter Verwendung von PPT-Unterlagen von J.Bielak, Dr. M. Butler, M.Lischka und Dr. F. Schladitz
sowie Dr.-Ing. I. Gaitzsch und Dr. Ing.habil. Sandra Gelbrich*

zu mir



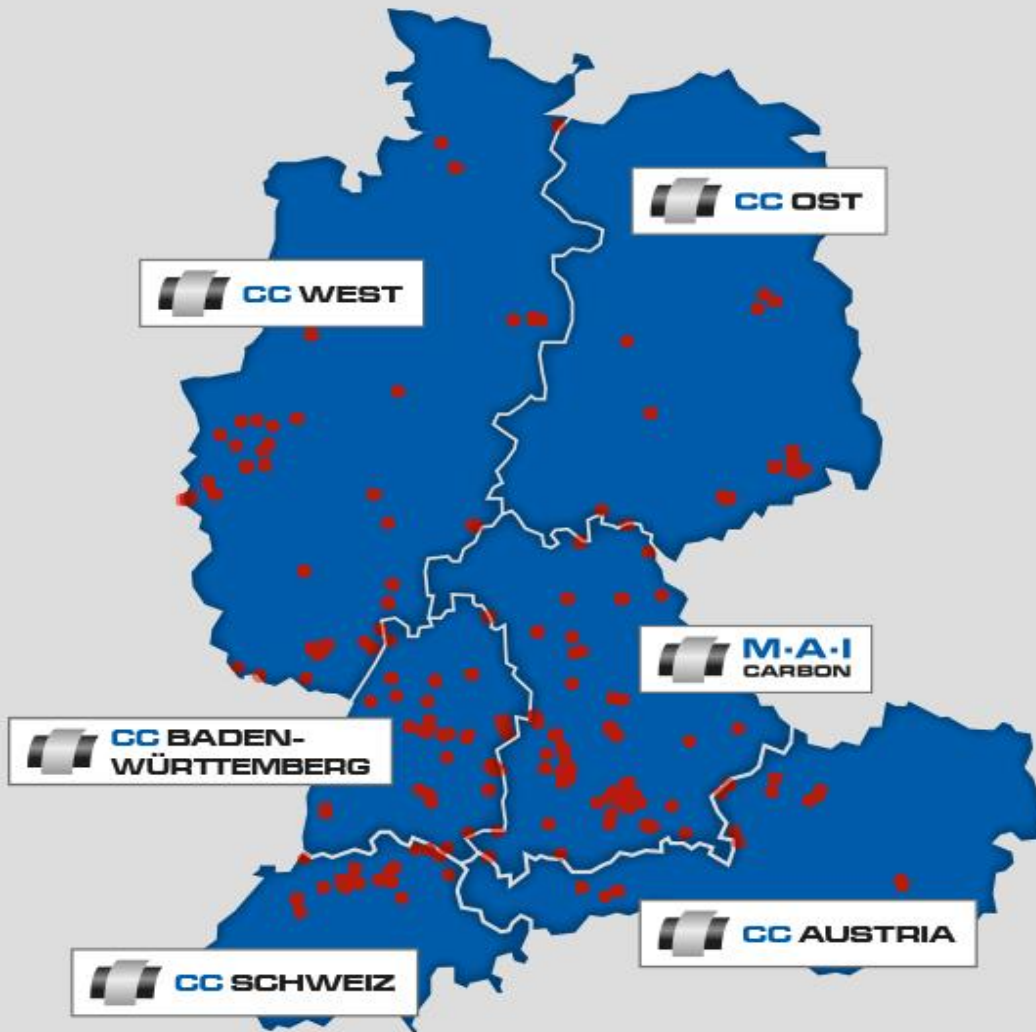
- Baustatiker und Hobby-Werkstoffmodellierer
- Unruheständler aus der Industrie,
- mit Carbon Composites e.V. (CCeV) liiert, Leiter der AG “Bemessung und Nachweis”
- seit 1970 im ‘Carbon-Geschäft’.

Mein Wunsch:
*Mithelfen, faserverstärkten Beton in die Anwendung zu bringen,
dort, wo es Sinn macht.
Einbringen, weil mein ‘alter’ Duz-Freund, Prof. Peter Offermann,
Geburtsvater des deutschen Textilbetons ist.*







*Und, dass es sich lohnen wird, das meinen Netzwerke wie
Carbon Composite e.V. , Tudalit, Texton, C3-Clusterprojekt etc.
sowie eine Studie von Roland Berger !*

- Planermappe
- Fasern zeigen CF, GF, Basalt
- Stäbe und Bewehrungsgitter zeigen

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



Regionalabteilungen

 CC BADEN-WÜRTTEMBERG	2014
 M-A-I CARBON	2012
 CC OST	2012
 CC WEST	2016
 CC AUSTRIA	2012
 CC SCHWEIZ	2012

DACH-weite Fachabteilungen

 CERAMIC COMPOSITES	2008
 CC BAU	2011

Gründung einer 'Fachabteilung Bau' beim Netzwerk CC e.V.

Arbeitsgruppen (AGs)-Beginn:

Bemessung und Nachweis:	Prof.-Dr.-Ing. habil. Ralf Cuntze	VDI (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)

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)

8.12.2017

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

Gemeinsame Sitzung aller Arbeitsgruppen der CCeV-Fachabteilung „CC Bau“

am **Mittwoch, 28.02.2018** im **Sächsischen Textilforschungsinstitut e.V Chemnitz**
Sächsisches Textilforschungsinstitut Chemnitz, Zentrum für textilen Leichtbau, Annaberger Str. 240, 09125 Chemnitz
Navi: Zoblitzer Str. 10, 09125 Chemnitz

9.00 Uhr	Begrüßung Prof. Jens Rüdowski, Leiter Fachabteilung CC Bau; Dipl.-Ing.-Ök. Andreas Berthel, Geschäftsführer STFI
9.15 Uhr	Faserverstärkte Verbundwerkstoffe im Bauwesen – von der Entwicklung in die Praxis Dr.-Ing. habil. Sandra Gelbrich, Technische Universität Dresden, Professur für Strukturleichtbau
9.45 Uhr	Normung & Zulassung für den Einsatz von faserverstärkten Kunststoffen im Baubereich – Ein Erfahrungsbericht Prof. Dr.-Ing. Jens Rüdowski, IMA GmbH Dresden
10.15 Uhr	Textile Herausforderungen für faserverstärkte Verbundwerkstoffe im Bauwesen – Antworten und Fragen Dipl.-Ing. Heike Metschies, Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. Chemnitz
10.45 Uhr	Kaffeepause
11.15 Uhr	C² – Referenzmaterialien – aktueller Stand Dr.-Ing. Harald Michler, Technische Universität Dresden, Institut für Massivbau
11.45 Uhr	Special Beton Dr.-Ing. Gregor Zimmermann, Dr.-Ing. Thomas Teichmann, G.TECZ ENGRNEERING GmbH
12.15 Uhr	Mittagspause
13.15 Uhr	Besichtigung des Sächsisches Textilforschungsinstituts – Technikum und Produktionsstätten Dr. rer. nat. Heike Illing-Günther, Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. Chemnitz
14.30 Uhr	Stützenumschnürungen mit Carbonbeton Dr.-Ing. Stefan Käseberg, HTWK Leipzig, Institut für Betonbau
15.00 Uhr	Untersuchungen zu Herstellung und Konstruktion mehrfach gekrümmter Schalen aus Carbonbeton – Ein Werkbericht Dr.-Ing. Gerald Eisewicht, Dipl.-Ing. Peter Eisewicht, Dr.-Ing. Michael Zocher, BCS Natur- und Spezialbaustoffe GmbH Dresden
15.30 Uhr	CC BAU - Angebote, Mitarbeit, Chancen Moderierte Plenumsdiskussion mit dem CC BAU-Team
16.00 Uhr	Get Together

CC BAU - Team

Dr.-Ing. Ingelore Gaitzsch, Leiterin der Arbeitsgruppe „Faserverbundarmierte Betone“
Prof. Dr.-Ing. Jens Rüdowski, Leiter der Arbeitsgruppe „Faserverstärkte Kunststoffe im Bauwesen“
Prof. Dr.-Ing. habil. Ralf Cuntze, Leiter der Arbeitsgruppe „Bemessung und Nachweise“
Dr.-Ing. Thomas Heber, Geschäftsführer
Im Aufbau:
Arbeitsgruppe „Automatisierung im Bauwesen“, Dipl.-Ing. Otto Kellenberger

28.2.2018

**„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	10.4.2018
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	Resümee, Abschlussdiskussion zur Inhaltsbelegung der AG "Roboter-gestützte Fertigung"	
16:15	Get Together	

Ihre Ralf Cuntze (08136-7754) und Otto Kellenberger

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, 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 Lehramt, 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		21.6.2018
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 Anwendungsfelder gestrickter 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, Uibk 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 Ingeborg Gaitzsch, Jens Ridzewski, Otto Kellenberger

Roland Berger has assessed the market for fiber reinforced concrete by building element evaluation and material analysis

Frische Marktuntersuchung von Roland Berger

Summary

Background/ objective

- > Roland Berger conducted a market study on concrete and fiber reinforced concrete to understand the future potential of steel alternatives in the construction market

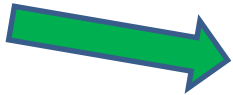
Approach

- > Evaluation of market size and potential for alternative reinforcement materials for 6 selected major countries
- > Potential reinforcement materials were evaluated for suitable materials and their respective types like fibers or meshes
- > The study was based on expert interviews for focus countries

Results

- > The focus market for concrete can be described by a market volume of 549m m³ or EUR 51 bn, with the primary market growing at c. 1% p.a. (real terms) over the next decades
- > The main reinforcement material today is construction steel with a market volume of 51 m t and EUR 30bn and varying reinforcement levels depending on construction segments and elements
- > Depending on building element designs, alternative reinforcement materials can be used, the future usage will much depend on the competitiveness vs. steel reinforcements

“Das hebt !”



Carbon



1500 kg



Stahl



300 kg

Ölförderung in kt Gewicht \equiv Betonmenge !

Graphic source:
Mutel, JEC



Concrete
4,000,000 kT

Steel
1,578,079 kT

Plastics
299,000 kT

Aluminium
49,714 kT

Aluminum
57,770 kT (2016)

CFRP: 100 kT
CF: 64 kT (2016)

> x500 ! by weight
> x50 by revenues

Glass Fibre
4,700 kT

Titanium
192 kT

Carbon Fibre
41 kT
2016

*so wenig
????*

2016

1 Warum Textilbeton mit Carbonfasern (CF)?

Um Schädigungsmechanismen zu vermeiden wie:

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

sowie zu erzielen

- Lebensdauererhöhung gegenüber Stahlbewehrung
- Reduktion Energieverbrauch für Produktion
- Reduktion CO₂-Ausstoß
- Leichtere Bauteile.

2 Woraus besteht Textilbeton? Halbzeuge

- Fasern
- Zuschlagstoffe
- Zement

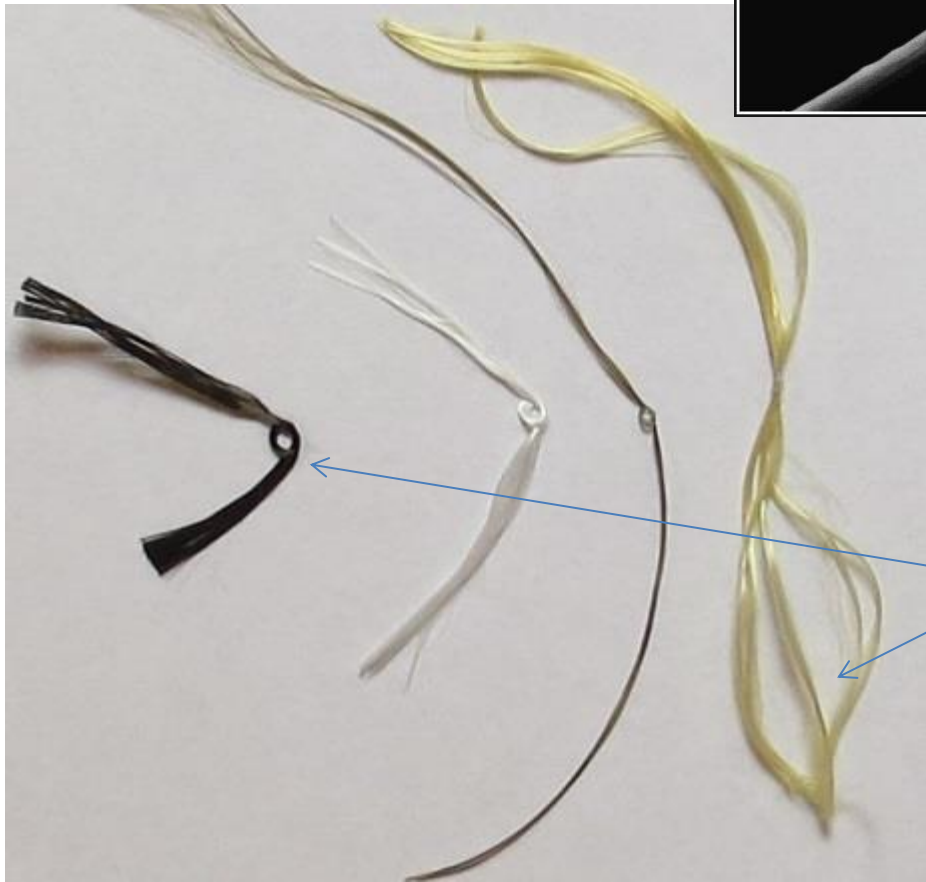
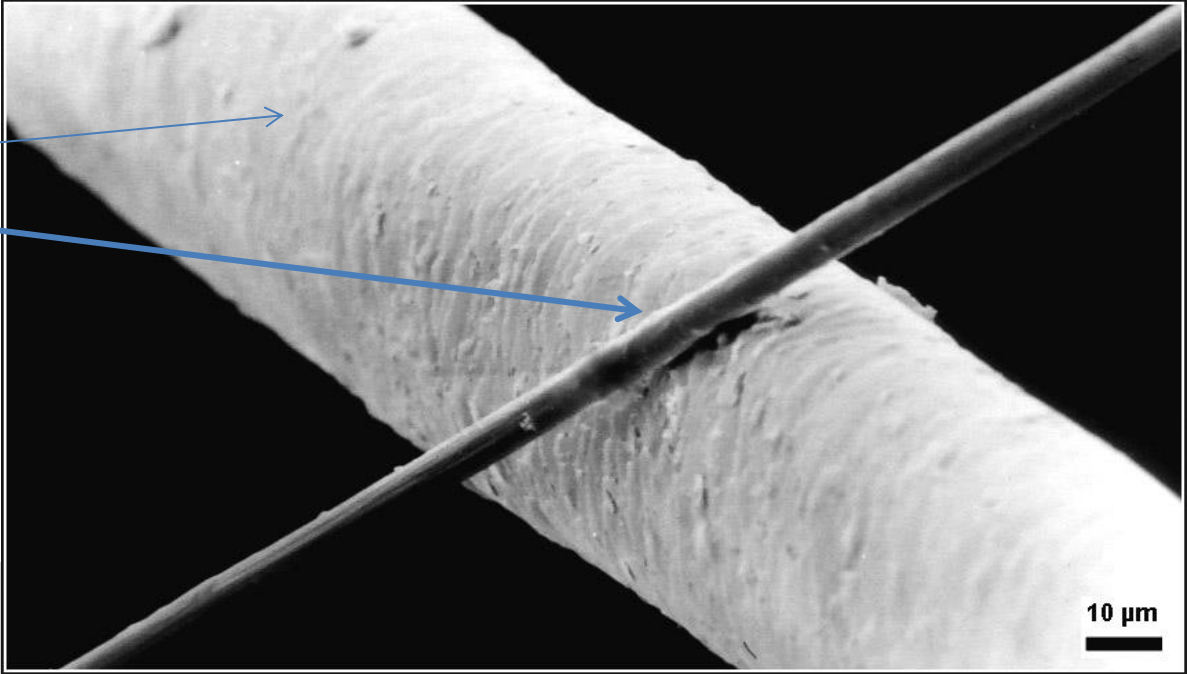
Ordnungsschema für faserverstärkte Bauteile mit Polymermatrix und für FVK-verstärkte Betonmatrix [Vorschlag: Cuntze mit Kimm, Heppes, Diestel]

Normalbeton Feinbeton HPC, UHPC	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)	
							Größtkorn ≤ 2 mm			
Stahlbeton Carbonbeton AR-Glasbeton Basaltbeton <i>vereinfachende Begriffe</i> CarbonFK GlasFK AramidFK BasaltFK NaturfaserFK	Bewehrungsform	FVK-Verstärkter Beton								
		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)	Gewirk warp-knitted fabric	Geflecht braided fabric	Vlies (fleece) orientiert, wirr Sitgrid031	?	Kurzfaser für Matrix-Verbesserung evtl. auch Langfaser
		UD-Schicht Lamina, ply (= Lamelle) prepreg tape	Gelege MAG (NCF)		Leinwandgew. (plain weave)	Gestrick weft-knitted fabric				
		Halbzeuge für Tragende Verstärkung (Endlosfaser)								
		Faser-Verstärkter Kunststoff FVK (FRP)								'Faser-kunststoff'
Duromer (thermoset) Thermoplast (thermoplastic)	Polymermatrix	Harzsysteme: EP, TP, ... mit Katalysatoren, etc						FVK,	SMC / BMC	

Profile, Bauelemente

FRC = fiber-reinforced concrete, TRC = textile-reinforced concrete, UHPC = ultra-high performance concrete, UDRC = unidirectionally reinforced concrete (keine textile Verarbeitung),

**menschliches Haar
und Carbonfaser**



Fasern:
Carbon, Glas, Basalt,
Aramid

Filament und Multifilamentgarn

M. Butler
TU Dresden, IMB



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

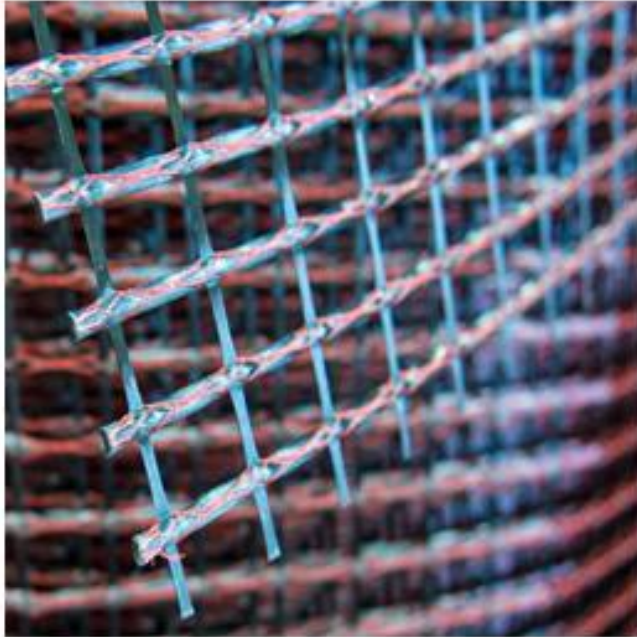
- Anzahl Filamente: $10^4 \dots 10^5$
- Festigkeit: 700 ... 3000 MPa
- E-Modul: 100 ... 200 GPa

Garn, Roving, Tow

Textile Bewehrungen

M. Butler
TU Dresden, IMB

Beispiel: ~~Zweiaxiale Carbongelege~~ *gitter*



„Zulassungstextil“
der Fa. V.Fraas



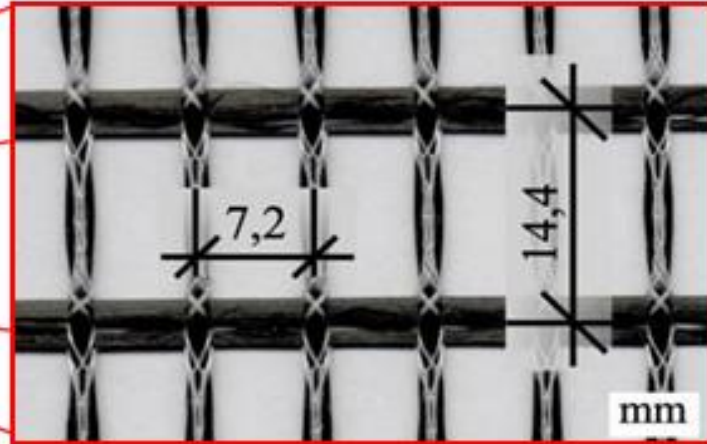
„Diagonaltextil“ aus der
Produktion ITM (TU Dresden)

Wichtig: Fasern, Rovings müssen möglichst ausgerichtet sein !

Textile Bewehrungen

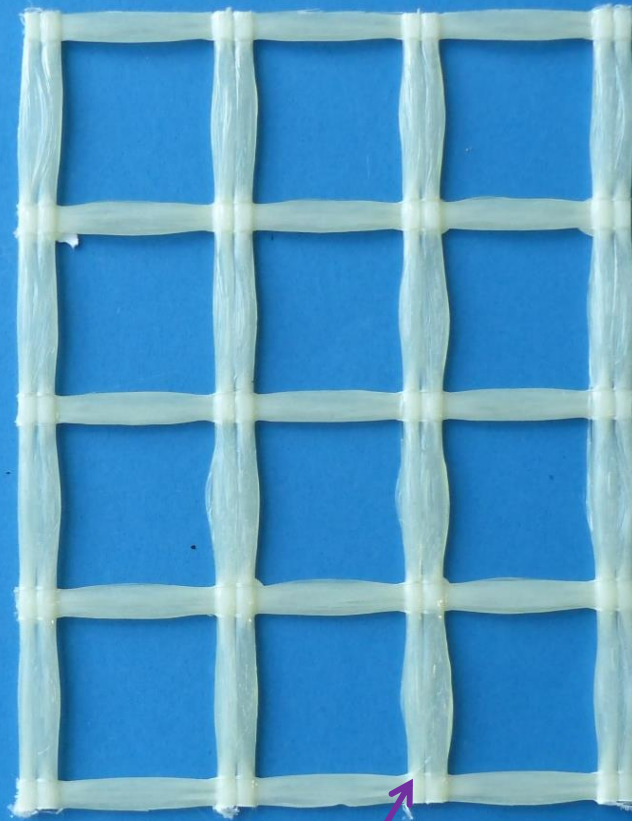
Gitter mit nurmehr
"mm-Maschenweite"

Leichte Gitter-Rolle



Leichter ist hier mal nicht schwerer

Was soll betrachtet werden? Stäbe oder Gitter



Bewehrung
Carbon – AR-Glas – Stahl

Bewehrungsstab-Varianten

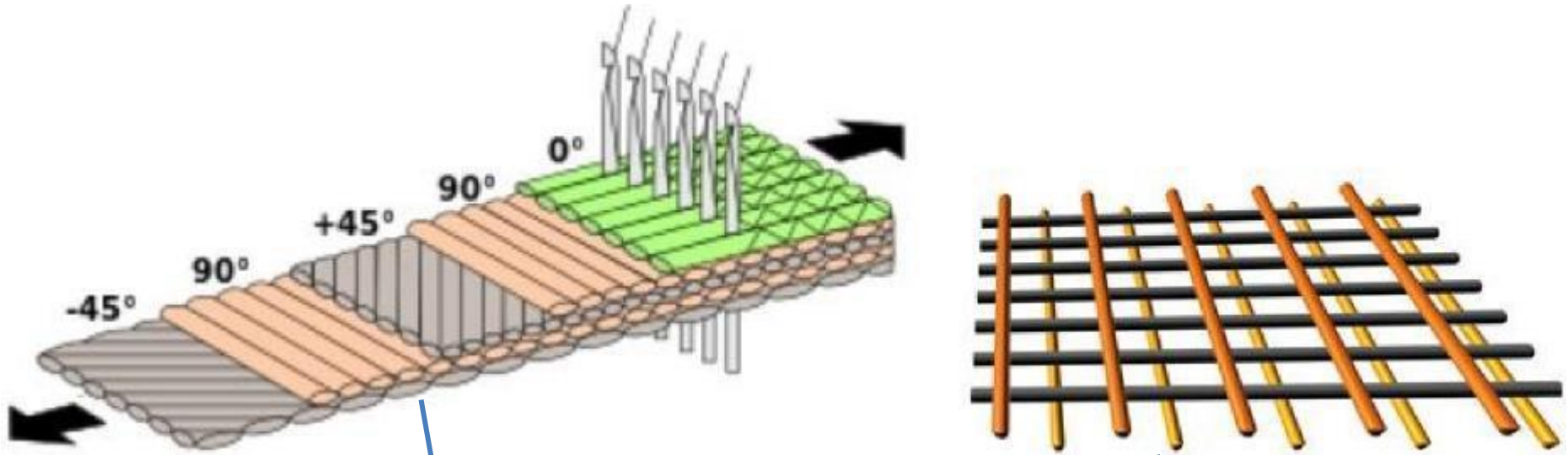
CFRP bar,
Carbon4ReBar,
Fa. Thyssen-Krupp

GFRP bar
ComBar, Fa. Schöck

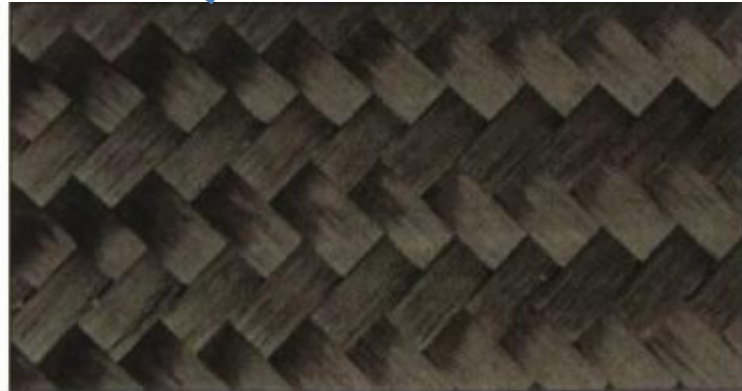
conventional
steel bar



Gelege und Stab-Gitter (Bewehrungsmatte)

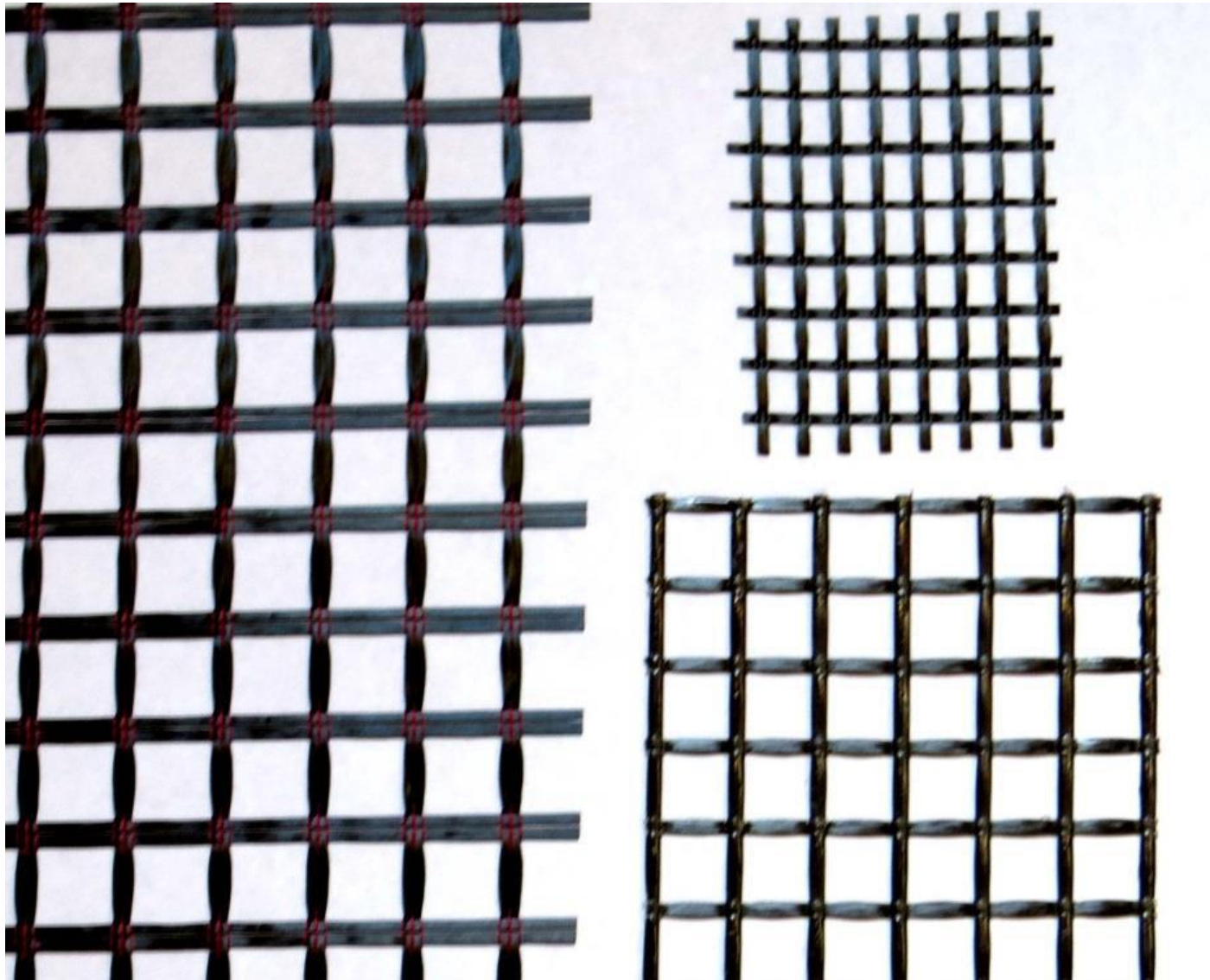


Multi-Axial-Gelege, Gelege, Gewebe, Stab-Gitter

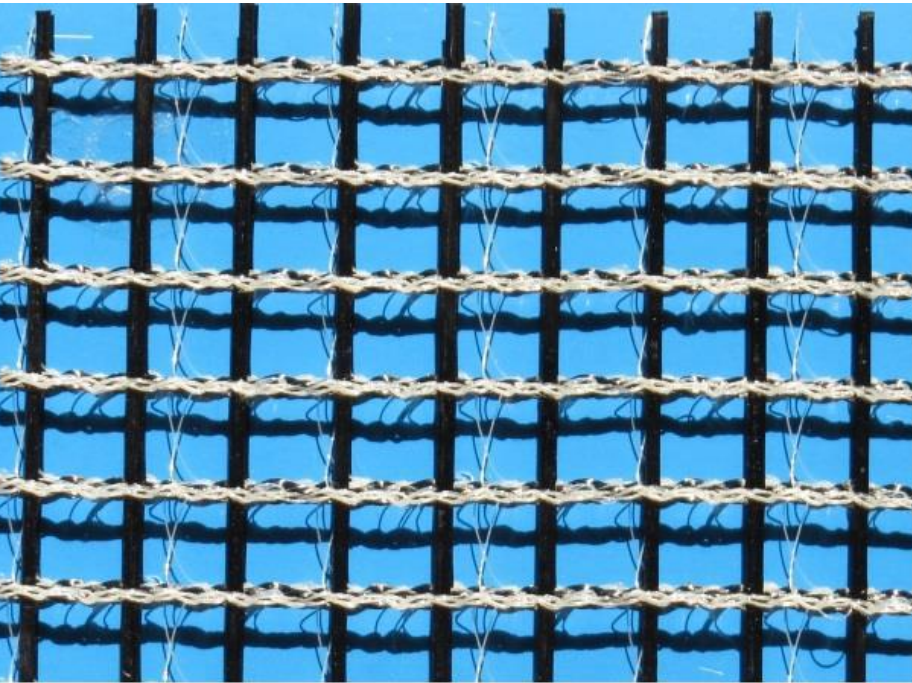


'Carbonfaser'-Gitter unterschiedlicher Maschenweite

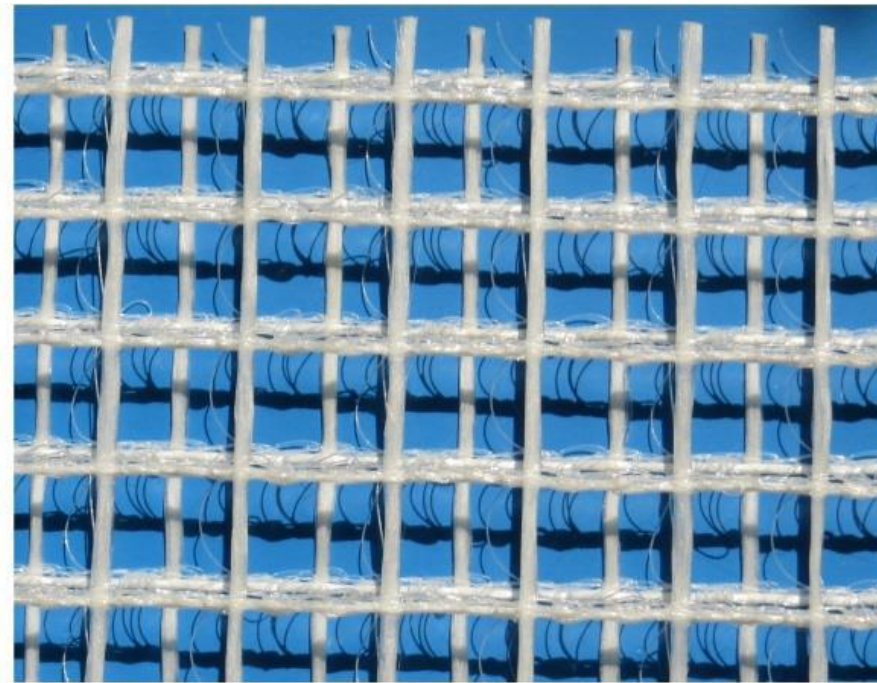
garn



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 der soligrd® Bewehrungen beträgt 1.250 mm, die Standardlänge 6.000 mm.

Der Faserquerschnitt in mm^2/m reicht von 50 bis 140 und darüber hinaus.

EP = Epoxidharztränkung
SB = Styrol-Butadien-tränkung

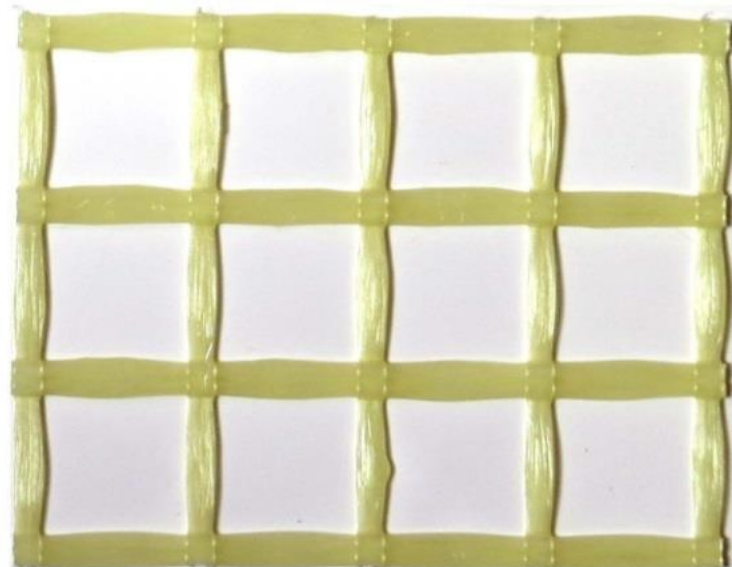
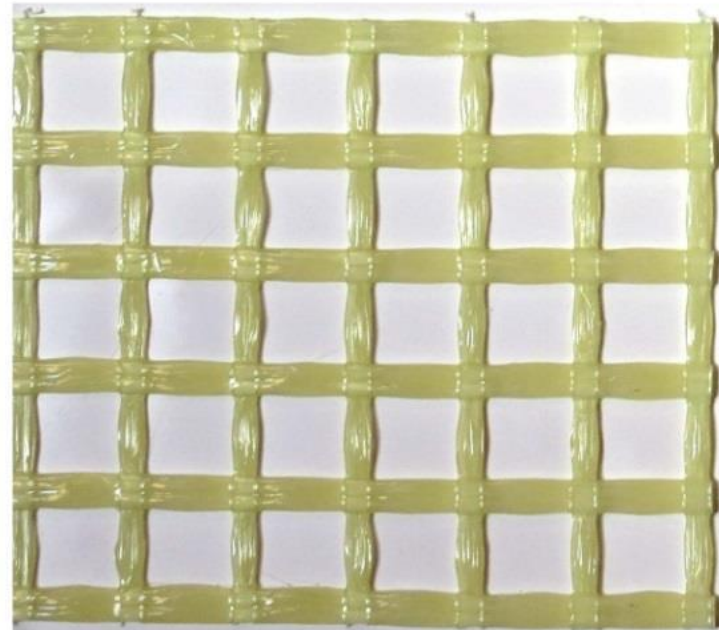
soligrd® Q 000 - Y BB - 99

Q = symmetrischer Aufbau
R = rechteckiger Aufbau

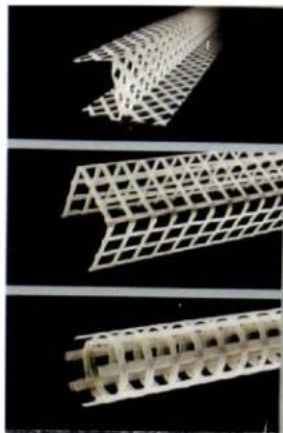
G = Glasfaser
C = Corborfaser

Achsabstand der Rovings in mm

soligrd® Q50-GEP-38	soligrd® Q50-CEP-38
soligrd® Q90-GEP-21	soligrd® Q90-CEP-21
soligrd® Q100-GEP-38	soligrd® Q100-CEP-38
● soligrd® Q120-GEP-38	
soligrd® Q140-GEP-25	soligrd® Q140-CEP-25
soligrd® Q140-GEP-38	soligrd® Q140-CEP-38



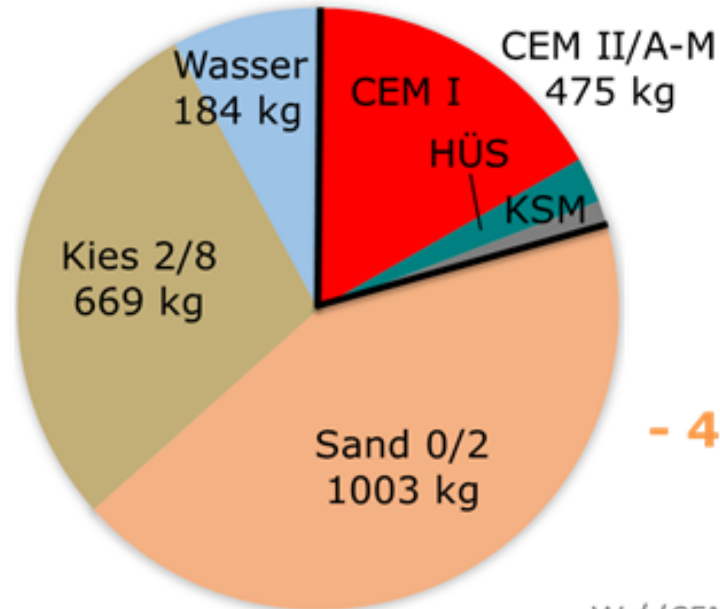
**Bewehrungs
körbe**



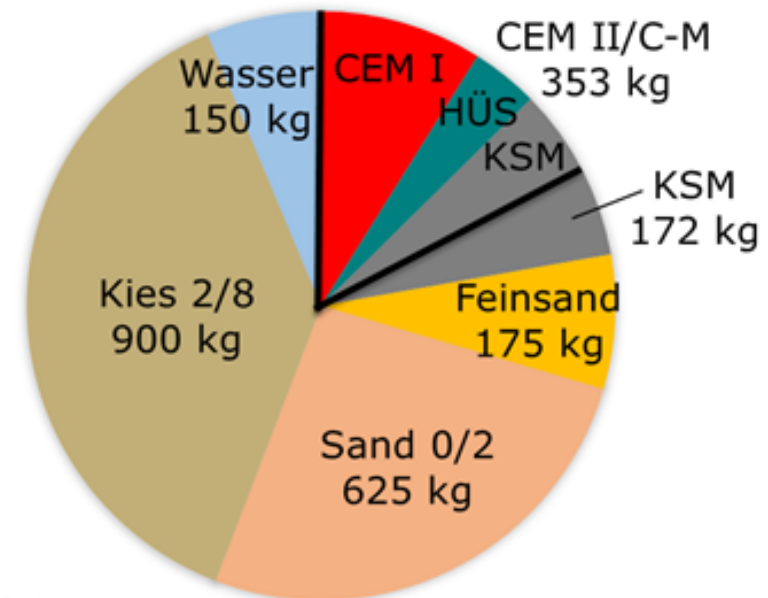
Betonzusammensetzung

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

Konstruktion und Produktionsverfahren

Art und Größtkorn der Gesteinskörnung

- Betondeckung
- Maschenweite Bewehrung
- Anzahl Bewehrungslagen

Konsistenz

- Fertigungsverfahren (Gießen, Injizieren, Handlaminieren, Spritzen)

Verbund zur C³-Bewehrung und mechanische Eigenschaften

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

GZG
GZT

Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit

Je nach Anwendungsfeld:

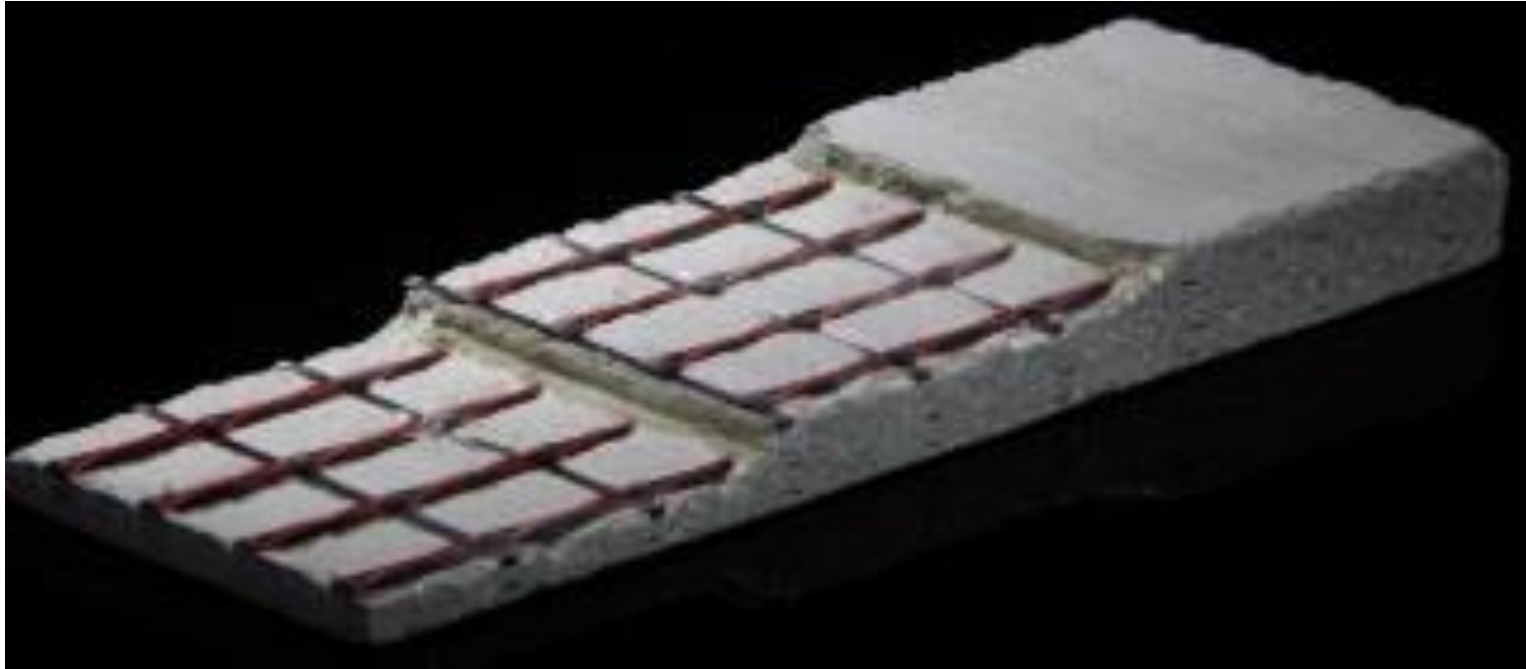
- frostbeständig
- wasserundurchlässig
- säurebeständig
- abriebfest
- hitzebeständig

Bei Verstärkung und Instandsetzung

- geringe Karbonatisierung
- hoher Permatationswiderstand (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?

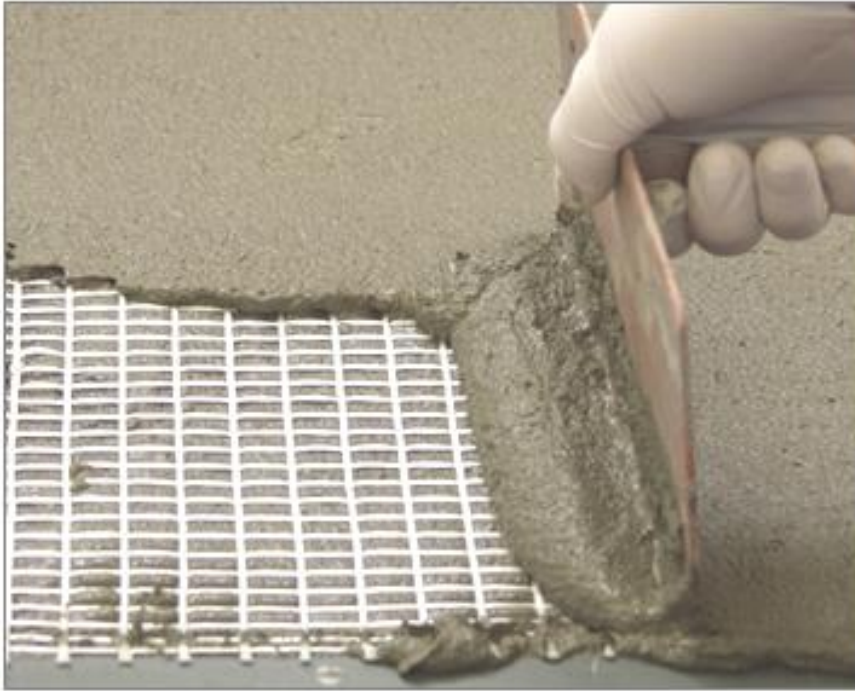
1. Spritzen
2. Laminieren
3. Gießen

Die mit [M. Butler](#) gekennzeichneten Folien stammen aus einem Stellvertretervortrag, den ich für ihn aus Krankheitsgründen halten musste!

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



Herstellen des Verbundes



Schichtenweiser Aufbau im
Laminierverfahren

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



Fertigung im Gießverfahren

*2 Einführungs-Veranstaltungen in
Augsburg bereits durchgeführt !*

4 Was kann man mit Textilbeton machen?

Neubau:

Fassaden, Fussgängerbrücken, Dachschalen, Balkonplatten, 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.*

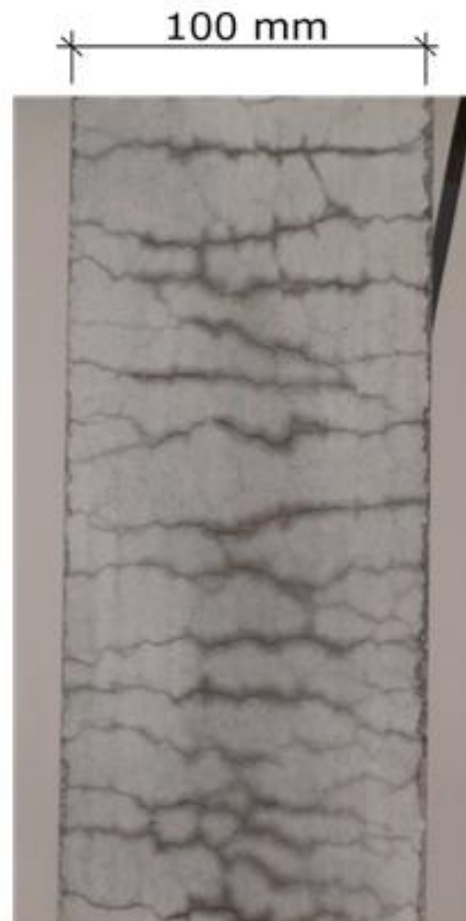
Dabei sind Neue Funktionalitäten einzudenken.

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

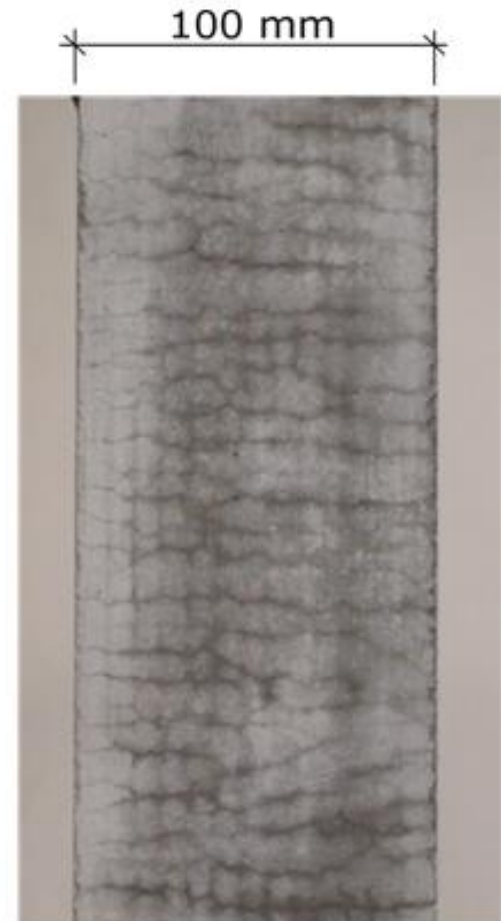
Rissbilder



keine Bewehrung



Textile Bewehrung



Textile Bewehrung + Kurzfaser

Böden

Darum Textilbeton!

Dünnwandigkeit



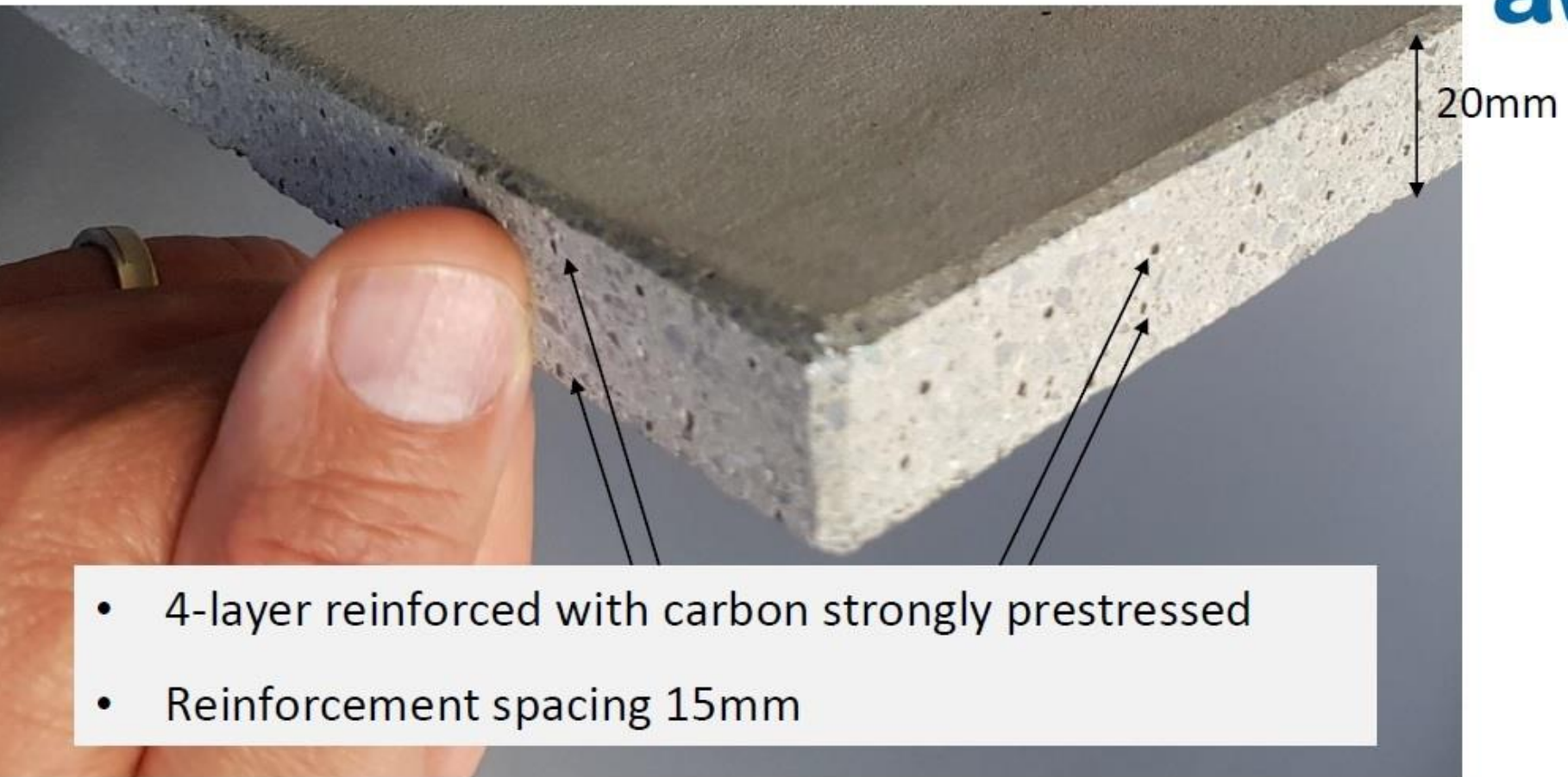
Beständigkeit



Lebenszykluskosten



CPC - slab construction



- 4-layer reinforced with carbon strongly prestressed
- Reinforcement spacing 15mm

Vorspannung im Spannbett: Für ebene Platten gute Idee für Serienprodukt

5 Wie geht man als Anwender an den Textilbetoneinsatz heran?

... das zeigt für eine *Deckenplatten-*
Biegeverstärkung die folgende,
eine **abZ –abbildende Planermappe** von TUDALIT

Verstärken mit Textilbeton nach abZ Z-31.10-182

Auszug aus der TUDALIT Planermappe_ von Ralf Cuntze
(für verhinderten Dr. Weiland)

- * 1953 mit Bauingenieur-Vater die erste Stahlbeton-Decke betoniert
- * 1970 die erste Carbonfaser im Finger verspürt

Stand: 1. November 2016

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

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.



2. Textilbeton im Überblick

Textilbeton ist ein Verbundwerkstoff aus speziellen Feinbetonmatrixes 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

Textile
Gitter



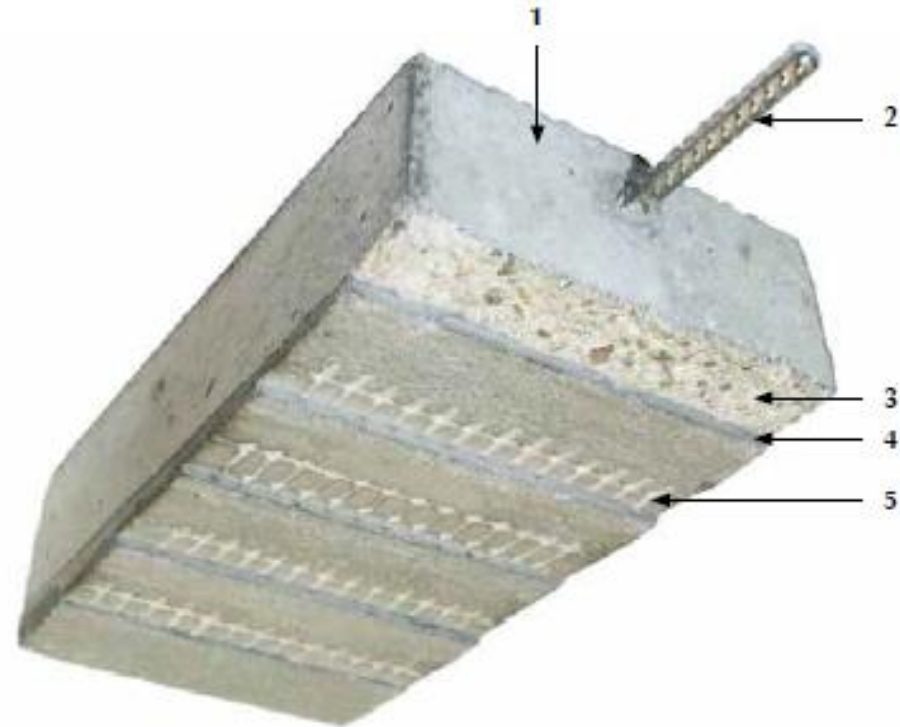
Inhaltsstoffe:

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

4. Konstruktion und Verfahren für Verstärkungen mit Textilbeton nach abZ

4.1 Konstruktion

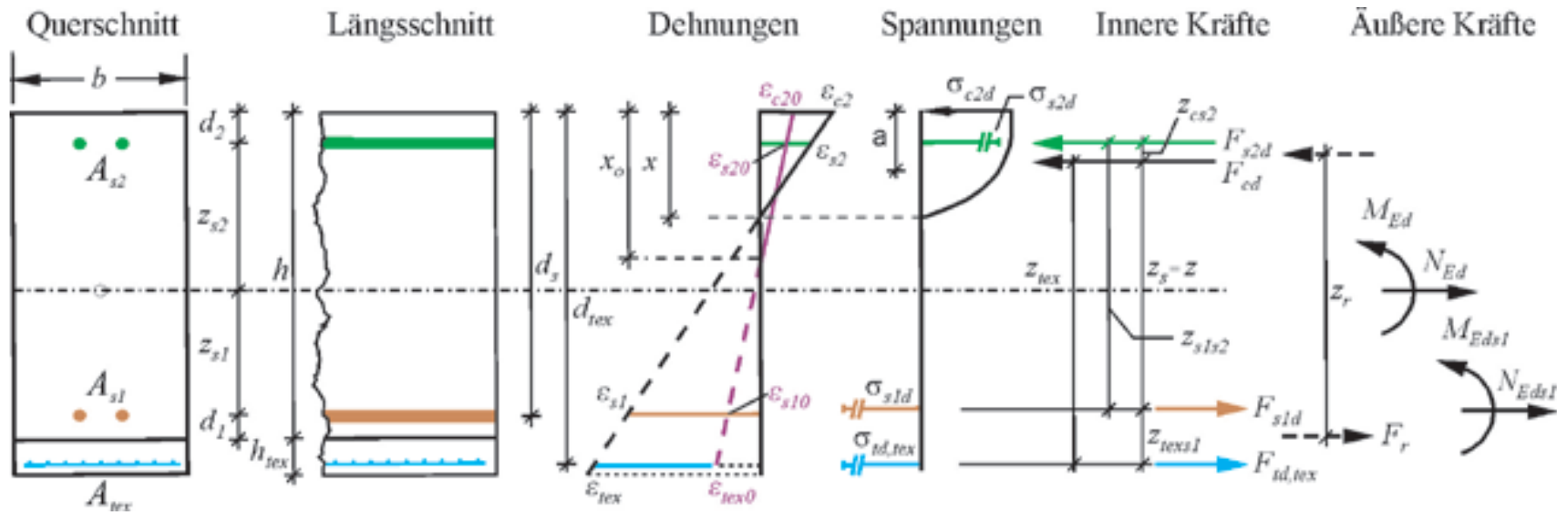
Nachfolgend wird anhand von Prinzipdarstellungen die Konstruktion einer Verstärkung mit textilen Carbonbewehrungen gezeigt. Die Anforderungen an die Ausführung einer Verstärkung werden unter 4.2 im Detail behandelt; ein Bemessungsbeispiel enthält Kapitel 5.



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

Bild 4.1 Untersicht eines 4lagig textilbetonverstärkten Stahlbetonbauteils (Prinzipausführung; hier: AR-Glas-Bewehrung)

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 Mehlkorngelalte 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

Lösung aller Probleme: Zustimmung im Einzelfall

mögliche
„Probleme“ bei
Verwendung
von Textilbeton

mögliche
„Lösung“ für
Verwendung
von Textilbeton



Zustimmungsverfahren „ZiE“

Hinweise und Vorlagen auf der Homepage des St
<https://www.stmi.bayern.de/buw/baurechtundtechnik/bautechnik/einzelfall/index.php>

Wer kann den Antrag stellen?

- Jeder der am Bau beteiligten mit berechtigtem Interesse wie Bauherr, Baufirma, Hersteller, Planer, Generalunternehmer...

Erforderliche Unterlagen?

- Antragsschreiben (Muster OBB) mit Begründung und Projekterläuterung und Einsatzbereich
- Objektbezogenes Gutachten (übergeordnetes GA)
- Übersichtspläne, evtl. einzelne (wenige) Detailpläne
- ggf. Vollmacht

1 x gedruckt
+
1 x digital

Wofür kann ein Antrag gestellt werden?

- Ungeregelte Bauprodukte/Bauarten
- Bauprodukte/Bauarten mit wesentlichen Abweichungen zu Techn. Baubestimmungen

Tipp:

Vorbesprechung mit Projekterläuterung und
Vorabstimmung bzgl. Zeitplan, Gutachter, Inhalte etc. mit OBB möglich

6 Rechnet sich der Textilbeton-Einsatz?

Basiswerte:

E-Modul Stahl:	200000 MPa	verwendeter CF-Typ:	130000 MPa
Bewehrungsstahl:	2 €/kg	Carbonfaser (CF):	15 €/kg
Stahl-Bewehrungsmatte R335, 6.00 x 2.30 :	95 €	CF-Bewehrungsgitter:	?? €
Zement CEM II:	110 €/t	Pagelzement TF 10:	/t
Zuschlagstoffe (Sieblinie) Normalbeton	/t	(Sieblinie) Feinbeton :	/t

UHPC-Kosteneffizienz für STAB-Bewehrung – Vergleich Stahl mit CF

Preisverhältnis CF/Stahl (70.000 t CF / Jahr gegenüber ?? .000.000 t Stahl/Jahr)

kilopreisbezogen: Faktor 16€ / 1€ = 16

Beschichtung der Rovings

(Epoxid, XSBR) gegenüber Stahl

Leistungsfähigkeitssteigerung gegenüber Stahlbewehrung

CarbonFaser: Faktor 5 x leichter und 4 x fester = 20

Feinbeton: Faktor 1,5; aber Bauteil teilweise erheblich dünner

Ergebnis $16 \times 1.5/20 = 1$ derzeit ähnliches Baustoffkostenniveau bzgl. Zug.

Dazu Einsparungen bei 50 Jahren Lebensdauer (noch besser für 100 Jahre Lebensdauererwartung)

*Dauerhaftigkeit/Wartung: > ?? % , abhängig vom Bauteil

*Kleinere Masse: geringere Transportkosten und Bewehrungs-Verlegekosten

* CO₂-Einsparung (Klinkerbrennen).

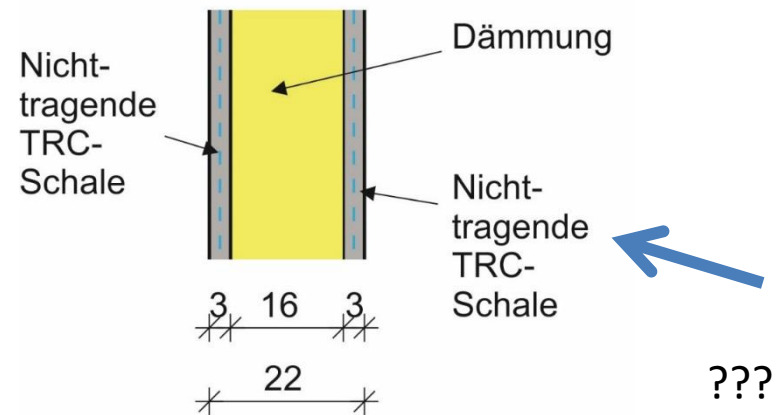
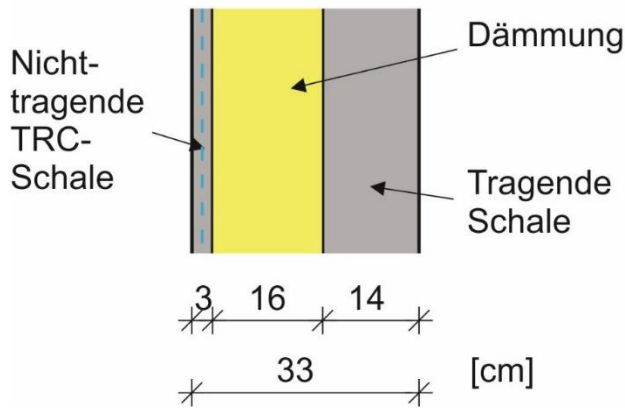
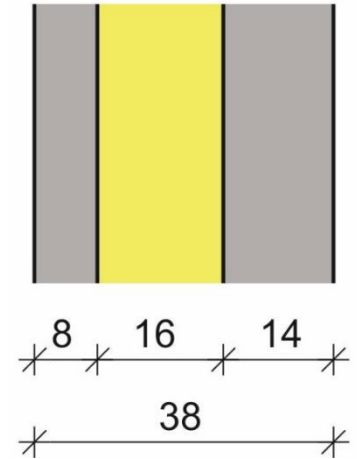
UHPC-Kosteneffizienz für Gittermatte-Bewehrung – Vergleich Stahl-

CF
CF-Gittermatte R335A im Vergleich zu Stahl (95€). Bekomme ich von Roy

*Es lohnt sich also,
zukünftig "Bauen neu denken" !*

Kosteneffizienz von Bauwerken: Hochbaubeispiel Sandwichwand

- Reduktion der Wanddicke bei gleicher Dämmstoffdicke
- Bereits jetzt: Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung für Textilbeton-Vorsatzschale
- Geplant: Tragende **Sandwich-Wand**



TRC = Textile-Reinforced Concrete



- 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

Beispiel Hochbau: Bürogebäude Eastsite VIII, Mannheim

- Flächengewinn durch Reduktion der Wandstärke: 30 m²
- Bei hohen Mietpreisen und begrenzter Grundstücksfläche effizient!
- Beispiel:
 - Ca. 15 € / m² Mietpreis / Monat
 - 5400 € / Jahr Mehreinnahmen Miete



➔ Kosten für Gutachten + Versuche amortisieren sich in kurzer Zeit

Instandsetzung Fahrbahndecke - Mühlbachtalbrücke



- Weniger Abtrag notwendig
- Geringere Betonmenge
- Rißbreitenverkleinerung durch kleine Gitter-Maschenweite, Abdichtung gut
- Geringeres Gesamtgewicht des Tragwerks
- Bauzeitminimierung
- Staukostenreduktion
- Geringere Instandhaltungskosten

*aus Masterarbeit Matthias Lischka
BPR Dr. Schäpertöns Consult*



- Höhere Kosten der Baustoffe CF-Gitter + Feinbeton
- Höhere Anforderungen an den ‚neuen‘ Feinbeton
- Aufbringung Textilbeton komplizierter
- ZiE-Notwendigkeit, erst wenige Zulassungen + finale Regelwerke
- Noch zu wenig Erfahrung vorhanden (Prof. Feix, Tirol)
- Automatisierung erwünscht
- ❖ **Planungssicherheit ist zu verbessern**

Textilbetonbrücke Ebingen



Ingenieurbauwerk Albstadtbrücke : Angebots- und Preisvergleich

*Dipl.-Ing. (FH) Udo Hollauer
Baubürgermeister der Stadt Albstadt*

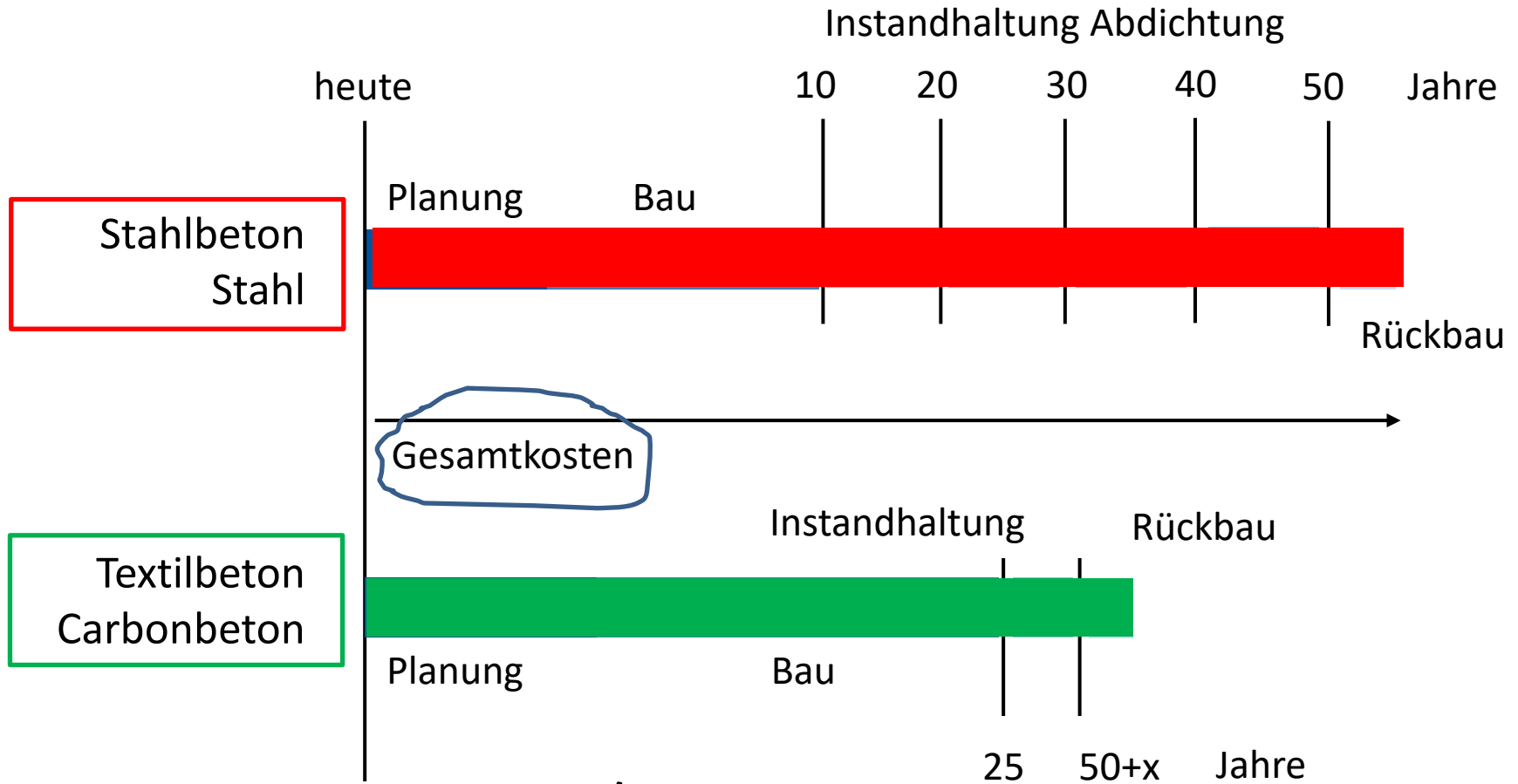
Aluminiumbrücke	57.041 €
Textilbetonbrücke	83.201 €
Vorgespannte Granitbrücke	130.840 €

Weiterer Mehrwert der Textilbeton-Fußgängerbrücke:

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



Beispiel Textilbeton-Fußgängerbrücke (Lebenszyklusbetrachtung)



*Kostenaufsummation ist bei grün
letztlich günstiger als bei rot*

Lessons Learnt für eine Vergleichsbetrachtung

- ❖ Textilbeton ermöglicht hochbeanspruchbare, filigrane, leichtere Konstruktionen
- ❖ Bewehrung und Beton (Zementtyp, W/Z-Wert, Körnungsverteilung, ..) müssen allerdings aufeinander abgestimmt sein sowie auch der
- ❖ Verbund Textil-Bewehrung (Faserschlichte, Tränkung, Oberfläche) mit Beton
- ❖ Betonrezeptur sollte in Richtung der gewohnten Verwendung von Normalbeton bei Ortbetoneinsatz gehen
- ❖ Rostschäden gehören der Vergangenheit an.
- Sand und damit Beton werden teurer werden. *Massen-Einsparungspotenzial*
- Kosten des Pre-cursor als Filament-Ausgangsprodukt werden durch Energierückgewinnungersparnis bei größerer Herstellungsmenge auf etwa 10 €/kg noch fallen
- Nachhaltige Lebenszyklus-Betrachtung notwendig und kein reiner Baukostenvergleich!!
- Mehr Automatisierung bei Konstruktionselementen wird die Kosten des Armierungsaufwands senken
- Notwendige 'Zustimmungen im Einzelfall' bremsen leider eine sinnvolle 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 vielleicht nicht alles über eine ZiE machen müssen?”

**Nicht leopardenmäßig
in Ruhe zuschauen !**

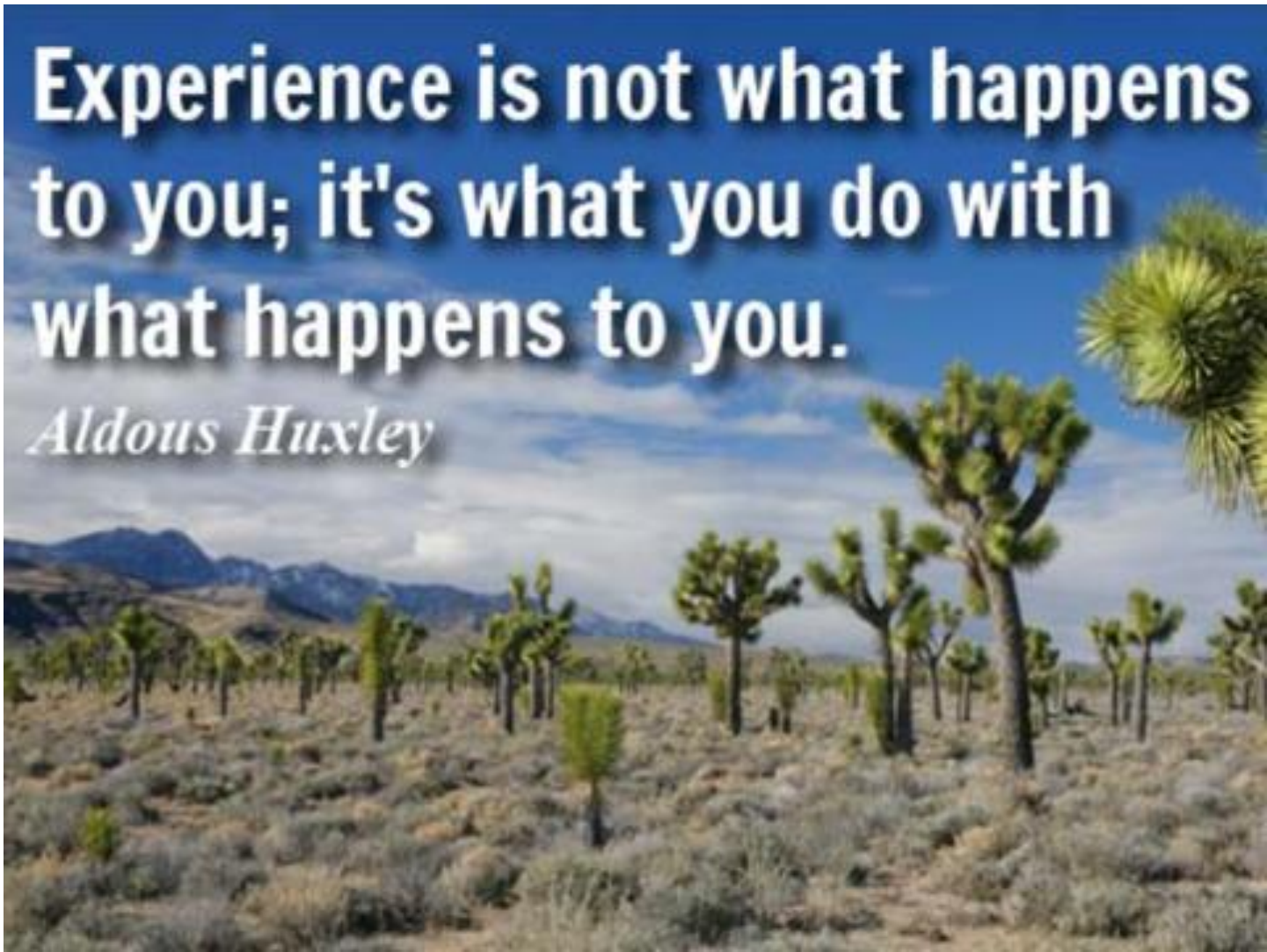


In diesem Zusammenhang:

- 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)

**Experience is not what happens
to you; it's what you do with
what happens to you.**

Aldous Huxley



... dann muss sich aber auch etwas tun!"!