

 **Terms 4 Future**

IMPULSSEMINAR

“Angewandte Begriffe rund um den Carbonbeton”

Begriffswirrwarr → Gemeinsame ‘Sprache‘ im Bauwesen finden

11. Carbon- und Textilbetontage, Dresden 24.-25. 9. 2019, 25 min

Mitvoraussetzung für eine effektive Anwendung
faserverstärkter Bauteile mit Polymermatrix und Betonmatrix

- 1 Einführung
- 2 Vielfalt der Ausführungsbeispiele
- 3 Vielfalt der verwendeten Halbzeuge
- 4 Einige benutzte Begriffe, zum Überdenken zwecks Vereinfachung
- 5 Idee für ein Ordnungsschema für Polymer- und Betonmatrix
- 6 Ausblick und Anliegen

***Ralf Cuntze, CC Bau, Leiter der AG “Bemessung und Nachweis”
sowie kommissarisch “Automatisierte Fertigung im Bauwesen”***

Verwendung von PPT-Unterlagen von J. Bielak, M. Butler, M. Lischka, F. Schladitz, I. Gaitzsch, H. Funke

Im Bauwesen sind wir nicht auf einer „Sprachinsel“.

Das erfährt man beeindruckend, wenn man Carbonbeton beschreiben muss, da
- neben dem **Bauwesen** –
Kunststoffindustrie, Textilindustrie und letztlich **Maschinenbau** mitwirken.

Mit diesem Vortrag werde ich mir hoffentlich nicht nur Ärgernisse heraufbeschwören !

Als Bauingenieur würde ich mich freuen,
wenn ich Anregungen und Vorschläge hiermit mache,
die zu einer gemeinsamen, einfacheren und klareren Sprache führen würden.

Ich weiß, dass Änderungen von Begriffen in Normen und Standards kaum möglich sind,
aber bevor man weitere – international eingebunden – in D festlegt,
sollte man überprüfen, ob sinnvolle Begriffe schon in Gebrauch sind.

Dazu will ich das Meinige tun.

Reinforced
Concrete

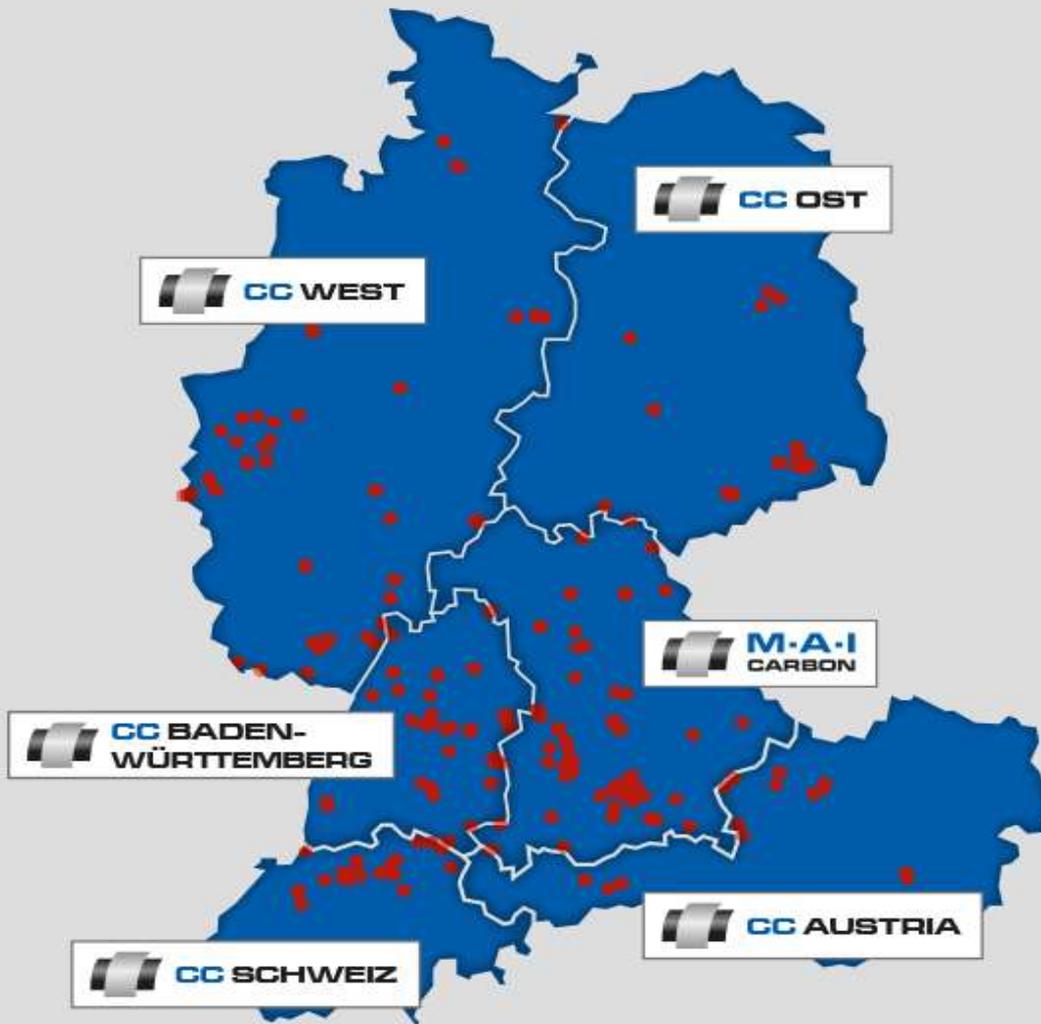
- Baustatiker und Hobby-Werkstoffmodellierer
- Als Baustatiker 1968 keine vernünftige Stelle gefunden und mich eingereicht zu den Baustatikern, die mindestens 50% der Luft- und Raumfahrtstatiker repräsentieren
- Unruheständler aus der Industrie, MAN-Technologie München/Augsburg
- mit Carbon Composites e.V. (CCeV) in Augsburg seit 2009 liiert,
dort Leiter der AG “Bemessung und Nachweis” in der Fachabteilung CC Bau,
sowie kommissarisch der AG “Automatisierte Fertigung im Bauwesen
- seit 1970 im ‘Carbon-Geschäft’
- Dresden seit 1990 fachlich verbunden – speziell mit Werner Hufenbach, ILK,
und dann **durch Peter Offermann zurück zu meinen Bau-Wurzeln** gemäß
„Du kannst doch Carbon“!
- Mitglied im Programmkomitee der Carbon-und Textilbetontage
- Herausgeber der VDI 2014 „Entwicklung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbund
– Blatt 3 Berechnungen.
- Mitersteller vieler weiterer Standards in Luft-und Raumfahrt.

Mein Wunsch seit 2011:

Mithelfen, faserverstärkten Beton in die Anwendung zu bringen,

dort, wo es Sinn macht.

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

**Nach Vereinigung mit
CFK-Valley Stade zum 1.1.2019
und 3-jährigem Übergang zum**

**Netzwerk
Composites United e.V. (CU)**

initials of CU_{NTZE}!

**weltweit großes Kompetenz-Netzwerk (400 Mitglieder)
in diesem technischen Bereich**

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



2 Bereiche werden nun im CC Bau zusammengeführt:

Textilbeton (CFK-bestimmt, CC Tudalit) +

Faser-Verstärkte Kunststoff-Bauteile (FVK, mehr GFK-bestimmt).

Betrachtete Hauptaufgabe:

“Verstärkung mit Endlosfasern” wie GFK und CFK, Textilbeton
Erweiterung des Aufgabenbereichs um:
“Automatisierte Fertigung im Bauwesen“

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)
Automatisierte Fertigung:	(kommissarisch: Ralf Cuntze)	(2018)

*Baustatiker, Hobby-Werkstoffmodellierer (Beton, FKV), Unruhehändler, seit 1970 im 'Carbonfaser-Geschäft'

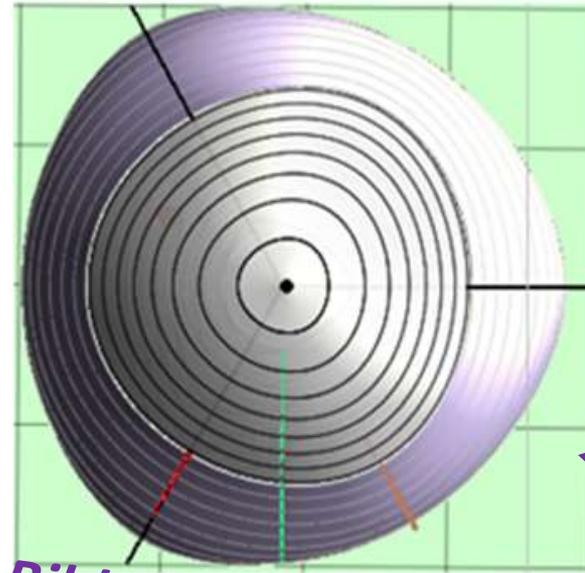
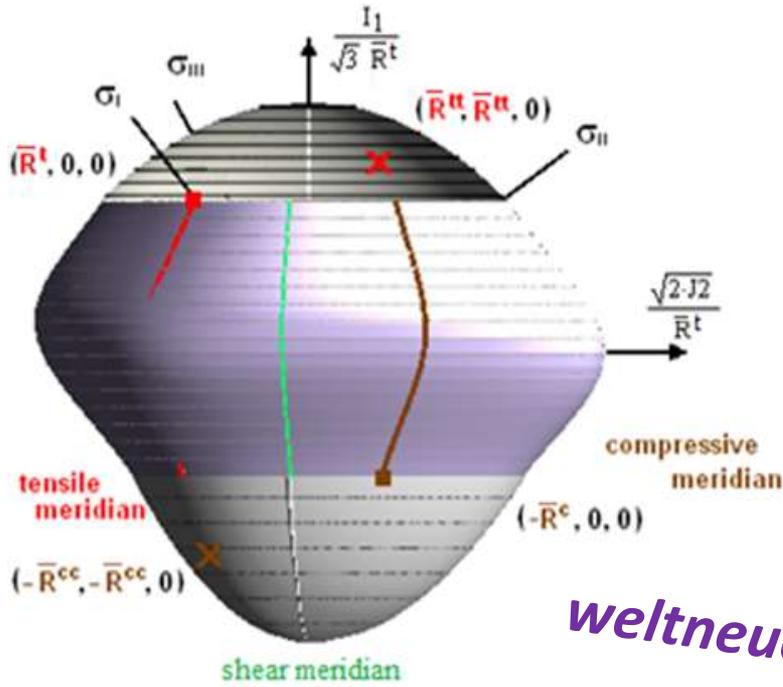
Was hat Cuntze auf dem Compositebereich (Polymer + Beton) vollbracht?

- Herausgeber der Richtlinie VDI 2014 - Blatt3, 1980-2006
„Entwicklung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbund. Berechnung“
- Ersteller des sog. Failure-Mode-Concepts FMC zur Aufstellung von 3D-Festigkeitsversagensbedingungen für spröde Werkstoffe wie *isotropen Beton* (porös, Normalbeton, UHPC. Die 3D-Testdaten zur Berechnung der zugehörigen Bruchkörper waren vom IfM Dresden), transversal-isotrope UD-Schichten (*Lamelle, MAG*) und orthotrope *textile Gewebe*
▪
- Mit FMC-basierten 3D-Festigkeitsversagensbedingungen Gewinner (2004) des **World-Wide-Failure-Exercise-I** für UD-Werkstoffe (2D-Testdatenverläufe), sowie bester Modellierer (2013) der 3D-Testdaten-Beispiele des WWFE-II
 - Ersteller einer neuartigen, geschlossenen Ermittlungsmethode von Lebensdauerkurven 'N = const' für spröde Werkstoffe wie *Beton, Rebar* und *Lamelle* auf Basis minimaler zyklischer Versuche (2018)
- Interdisziplinäres GLOSSAR, Springer, 2019

Was hat Cuntze auf dem Betonforschungsbereich vollbracht?

Ohne Förderung!

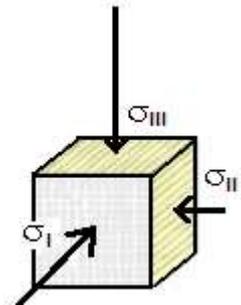
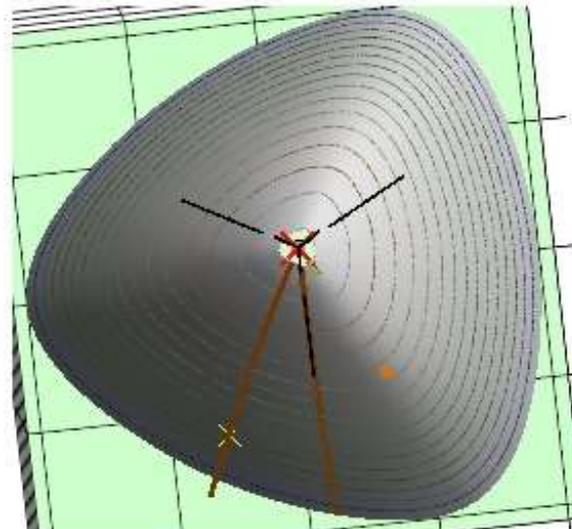
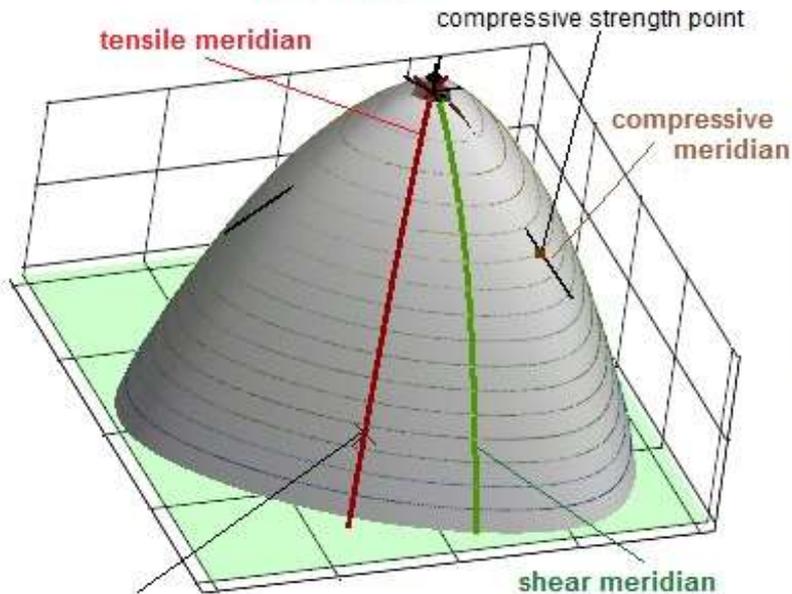
**Bruchkörper
mit seinen
unterschiedlichen
Meridianen**



Auswertung von 3D-
Testdaten vom
Massivbauinstitut
Dresden.
(3D-Modell Cuntze)

Poröser Beton

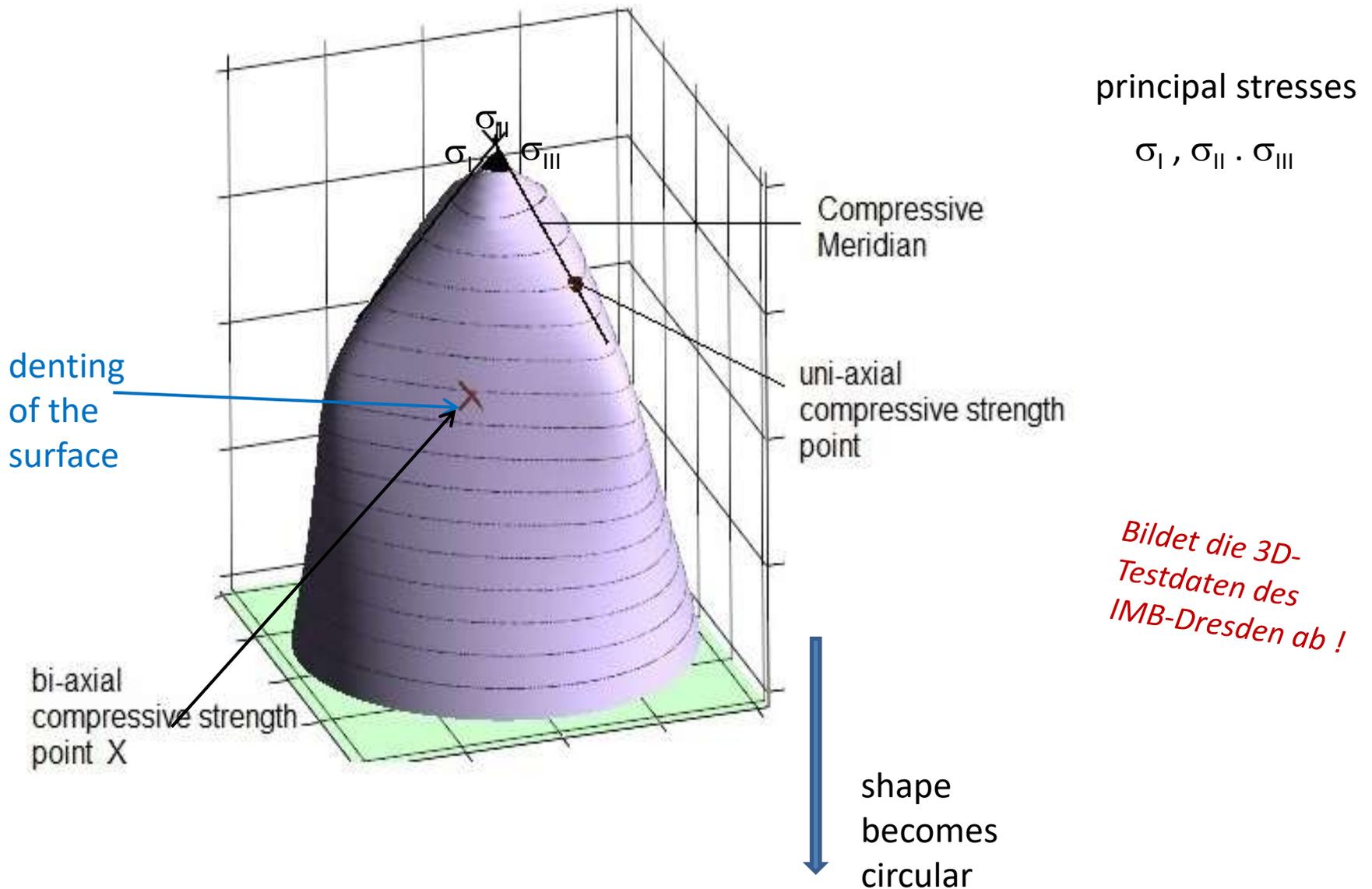
weltneue Bilder



Normalbeton
bis
UHPC

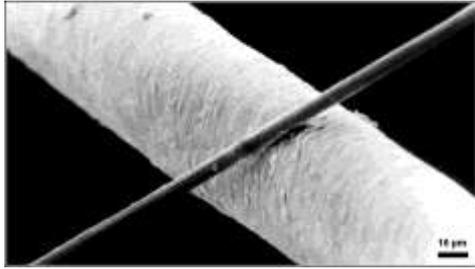
biaxial compressive strength point

Ultra-High-Performance-Concrete (UHPC): Fracture Body



Bildet die 3D-Testdaten des IMB-Dresden ab !

Warum Carbonbeton? Leicht, fest, nicht korrosionsanfällig, feines Rißbild



“Hebt toll und rostet nicht!”

Zugfestigkeit

GZG-relevant



Carbon

Ø 8 mm



~ 150 kN ~ 1500 kg



Stahl



~ 300 kg

Belastung: Zug

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit GZG

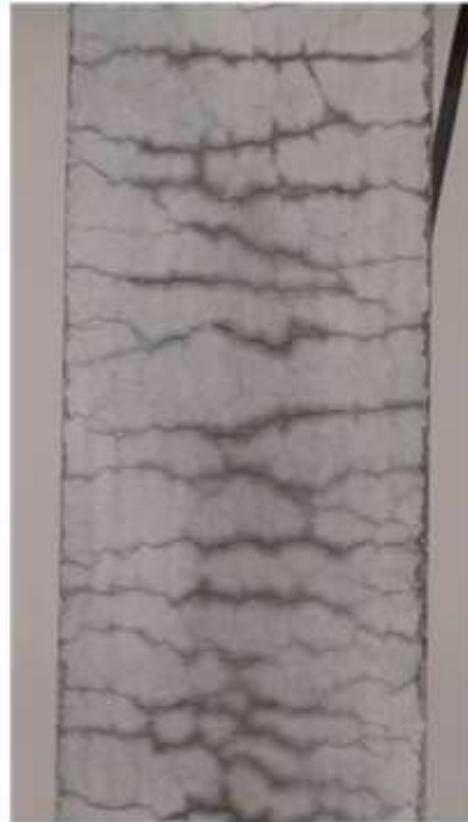
Rissbilder

100 mm



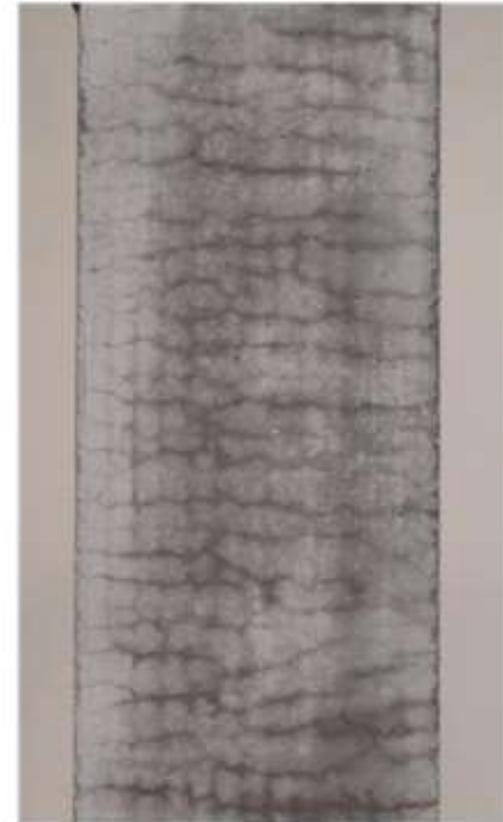
keine Bewehrung

100 mm



Textile Bewehrung

100 mm



Textile Bewehrung + Kurzfaser

Carbon-Textil-Beton rechnet sich, falls [I. Gaitzsch]

- die Bauaufgabe nur mit Carbonbeton gelöst werden kann
- zusätzliche Funktionalitäten einen Mehrwert bieten und vor allem
- Lebenszykluskosten inkl. Wartung angesetzt werden

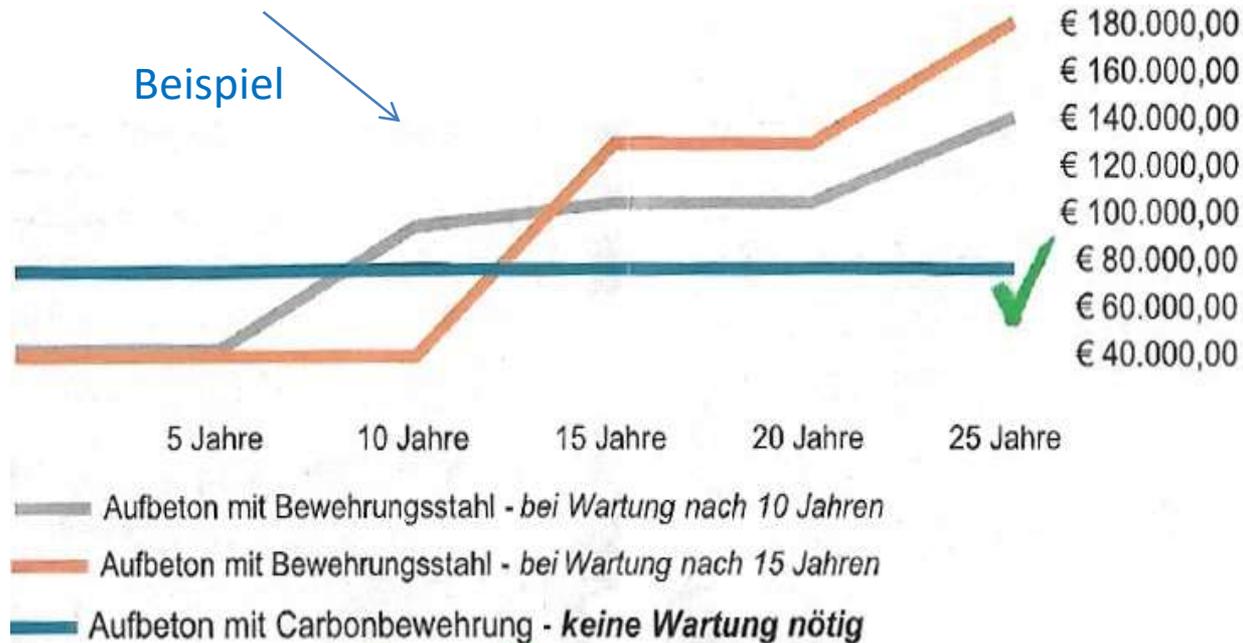


Fig.: Aufbeton, Kostenvergleich CF-Bewehrung vs. Stahl-Bewehrung [HITEXBAU GmbH Augsburg]

Um welche Mengenverhältnisse geht es?

Ölförderung in kt Gewicht \equiv Betonmenge!

Graphic source:
Mutel, JEC

2016

JEC
GROUP

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

wenig !

CF insgesamt / Stahl = 1/10000, in D gilt CF insgesamt/ Betonstahl \approx 0.1%
Beton / Öl = 1, GF / CF = 100



In Manila heißt bereits ein Stadtteil CARBON !

Sind wir wieder später dran?

Wie beim Bauingenieur Konrad Zuse?



- 1 Einführung**
- 2 Vielfalt der Ausführungsbeispiele** (die z. B. alle vom GLOSSAR abzudecken sind)
- 3 Vielfalt der verwendeten Halbzeuge**
- 4 Einige benutzte Begriffe, zum Überdenken zwecks Vereinfachung**
- 5 Idee für ein Ordnungsschema für Polymer- und Betonmatrix**
- 6 Ausblick und Anliegen**

Der **Rosenstein-Pavillon** ist ein Beitrag zur Materialeinsparung im Bauwesen: Das poröse Schalentragswerk ist um 40 % leichter, als eine massive Schale gleicher Tragfähigkeit. **Zusammenarbeit:** entworfen und gebaut von Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK), Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) und Institut für Textil- und Fasertechnologien der Universität Stuttgart (ITFT).

Fliegender Bau aus 69 Einzelteilen. Zweiseitige Schalungselemente, CNC-gefräst. CF-Bewehrung. Segmente auf Holzgerüst montiert, durch Seilvorspannung auf finale Form gebracht. Filigrane Druckschale. Dichte des Porenbetons je nach Druck.



'Gradientenbeton'

'Druckfuge'



**Mekka, CFK-Pilgerweg-Konstruktion um die Kaaba. Inner Φ 80 m, 400 t CFRP
[Premier Composite Technologie PCT, Dubai, VancouverSun.com]**



Test tower [Jahn/Sobek] querschwingungenvermeidende GF-Gewebe-Verkleidung des Thyssen-Krupp-Testturms für Hochgeschwindigkeitsaufzüge Rottweil, 245m, und der Prophetenmoschee, Medina SA,2010 [ILEK in cooperation with SL-Rasch]

Spezielles
Additives Fertigungsverfahren
mit
auf den fixen 'Fachwerk'-Knotenpunkten
roboterabgelegten Fasersträngen.
Leichtgewichtiger 'Faser-Pavillon'
aus 60 **CFK-/GFK-Bauelementen**

[Knippers ITKE Stuttgart, Menges ICD, Koslowski *etc.*]

BUGA-Heilbronn



'Roving-
Wickelmaschine'





Erste, rein **CF-bewehrte Betonbrücke** der Welt. Albstadt-Ebingen. 2015, Solidian, soligrid Q-100-CEP-38
(Die Brücke rechnet sich laut Baubürgermeister Hollauer, und erst recht nachhaltig)

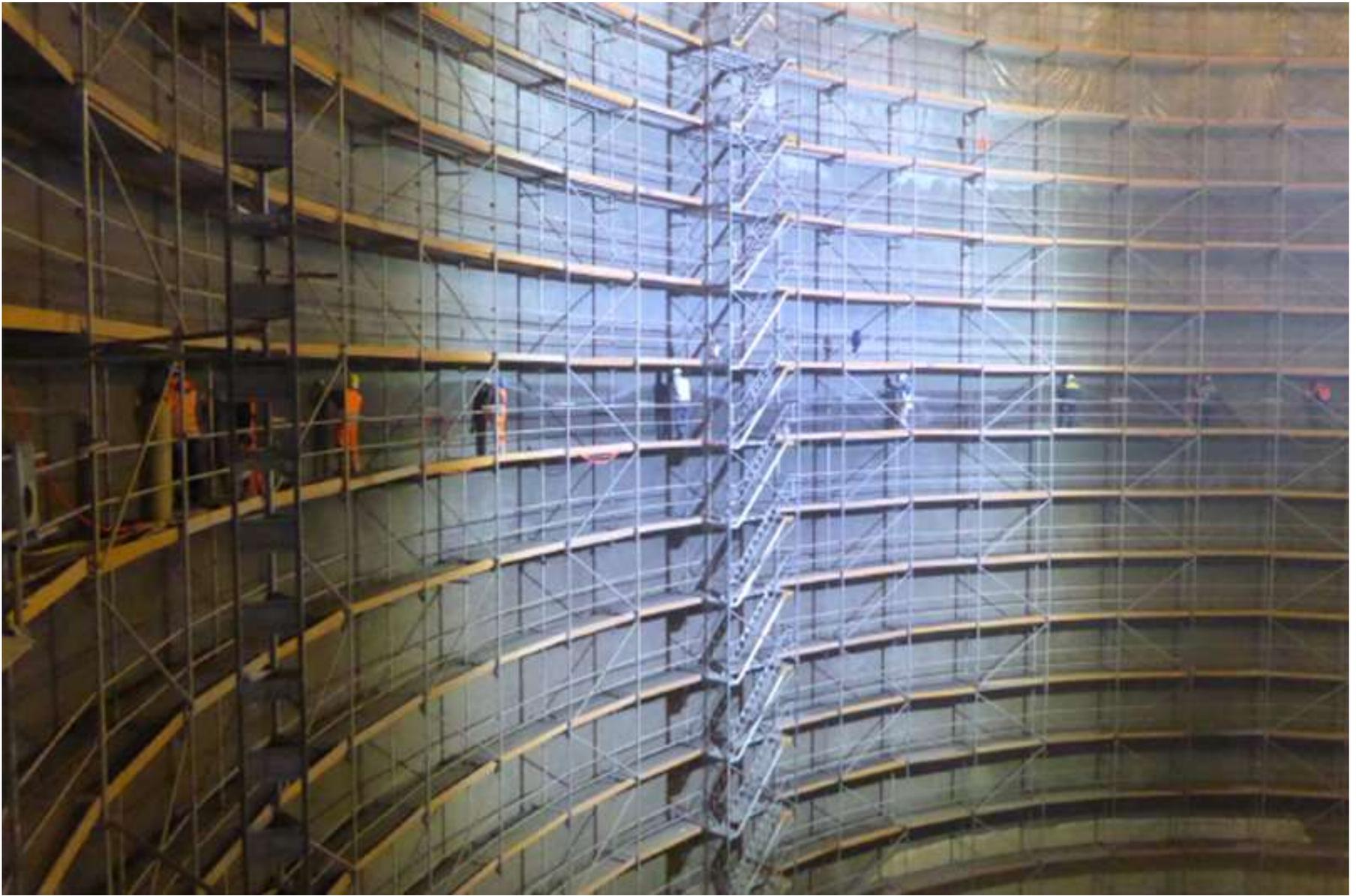


Brückendeckenplattenverstärkung, *CF-Textil-Gitter*, Aufbeton [Feix, Egger]

"Flyer" - Kunstwerk aus Textilbeton

texton





Instandsetzungsarbeiten Zuckersilo Uelzen [CarboCon, Al Jamous]

Einbau der textilen Bewehrung. Arbeitszeit 3 Monate, 14000 qm **CF-Textilgitter**, 250 t **Feinbeton**



Stahl-Faserbeton-Fertigteiltreppe [B. Wietek]



ZHAW-Brücke mit **vorgespannten** Deckplatten, Winterthur [J. Kurath]

„Ohne Vorspannung kann man Carbonfaser und Betonmatrix nicht richtig ausnutzen !!!“

“Bauen neu denken”

heißt es bei den Carbon- und Textilbetonbauern in Dresden.

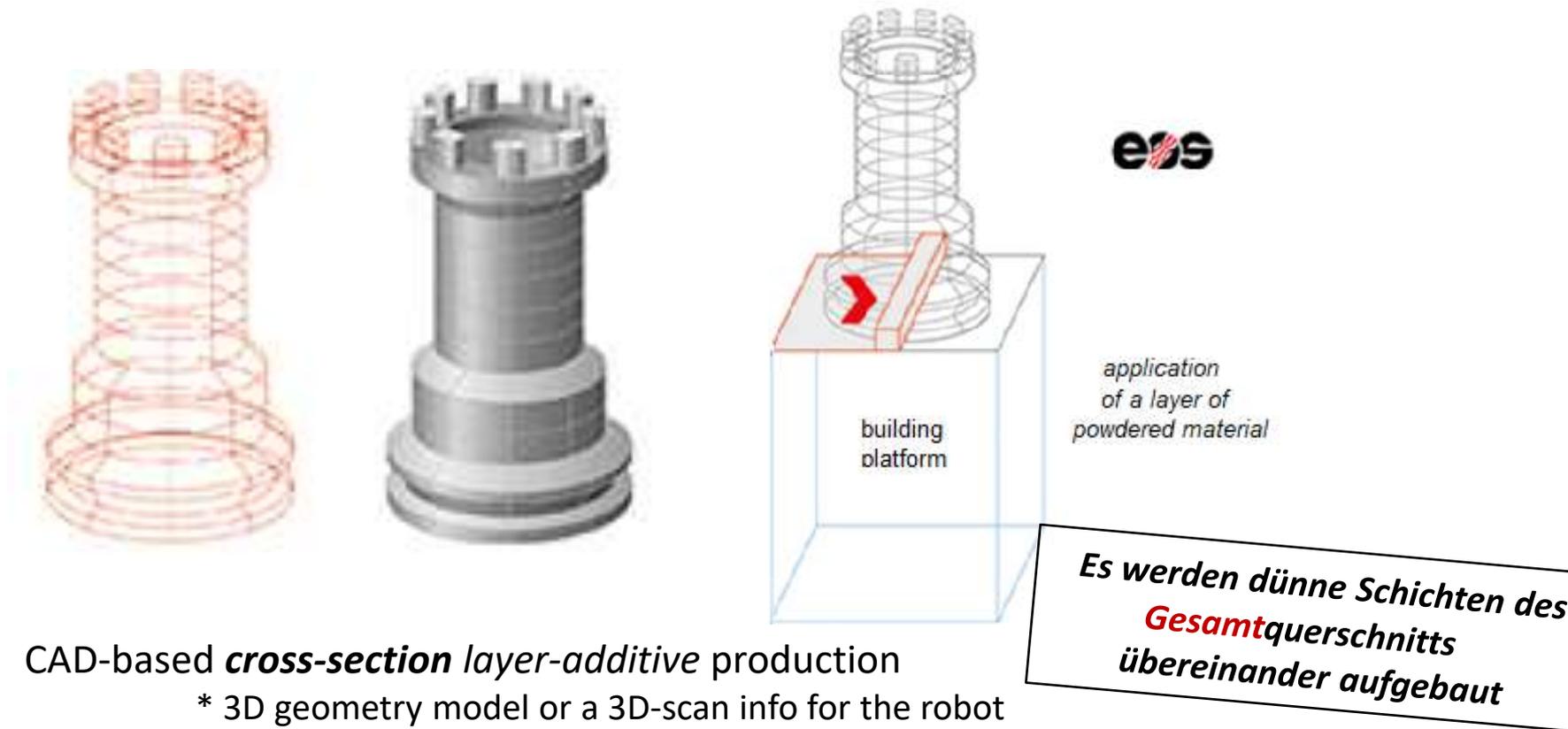
“Bauen neu lernen”

gehört für uns alle dazu

**und ein Teil davon ist das “Automatisierte Bauen”,
damit wir preiswerter, nachhaltiger, qualitativ besser, und
zukünftig auch noch schneller bauen.**

Und schon sind weitere Begriffe unter einen Hut zu bringen!

3D-Druck := Teilbereich additiver Fertigung AM



CAD-based ***cross-section*** layer-additive production

- * 3D geometry model or a 3D-scan info for the robot
- * application of a layer of powdered material (< 1mm)
- * solidification of the material
 - * repetition: building platform is lowered for next layer, etc.
- * loose powder removed
- * completed part

Example for a 3D-Print in Construction Industry:

Powder-based binder-jetting for production of formworks, [King, Voxeljet]

Fertigungsverfahren, bei denen das Bauteil
– im Gegensatz zu subtraktiven Verfahren –
durch Hinzufügen von Volumenelementen (Betonraupen aus Spritzgussdüsen)
oder Schichten (3D-Druck genannt, z.B. zur Herstellung von Freiformflächenschalung [Voxeljet])
direkt aus digitalen 3D-Daten automatisiert aufgebaut wird.
Wesentliches Merkmal aller Verfahren ist werkzeugarme Fertigung

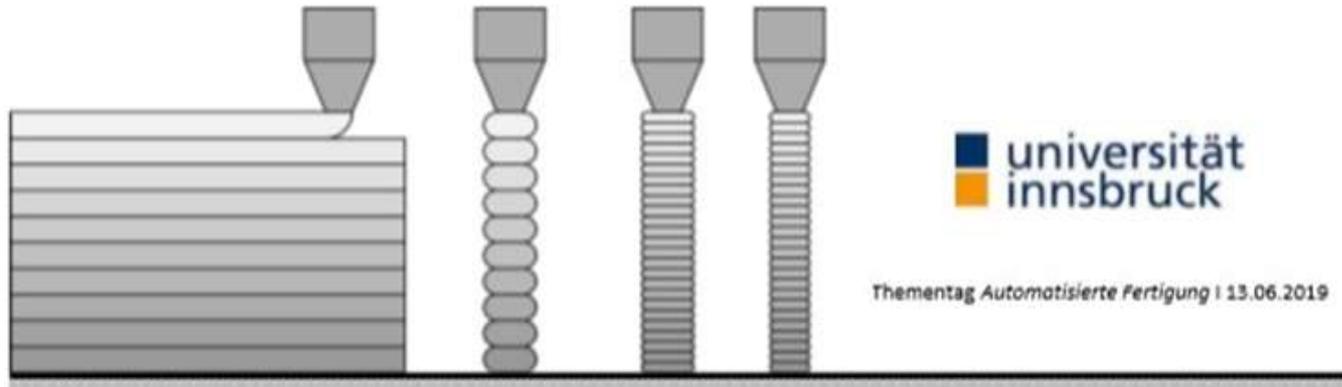
✓ **Drucken:** Verfahren, mittels Druck etwas aufzutragen (*Buchseite bedrucken etc.*)

Additive Fertigung im Bauwesen:

- **'3D-Druck' = 3D-Printing** [Voxeljet-Verfahren zur Schalungserstellung etc.]
Hat mit Drucken bereits nichts zu tun!! Es ist eigentlich eine additive Summe von Fertigungsschritten mit Additiver Fertigung eines Bauteils mit konsolidierten dünnen Scheibchen des gesamten Querschnitts
- **Raupenablage (Bead Casting)** *Unglücklicherweise ebenfalls 3D-Druck genannt!*
Hat mit Drucken/Drücken erst recht nichts zu tun! Es ist eigentlich, verwandt zum bekannten Bulk Mould Compound - Additive Fertigung eines Bauwerks über eine Betonraupenablage aus einem Extruderkopf

Laut VDI 3405: **Kaltes Extrusionsverfahren, wobei der Baustoff über eine Düse strangweise abgelegt wird.**

Raupenablage = Bead Casting



*Project Milestone,
city of Eindhoven
[Freek Bos, Uni Eindhoven]*



***Erste Fertigungsschritte zum Bau eines **additiv hergestellten** Wohngebäudes
'Betonraupen-Ablage' mittels Extrusion über 'Spritz'kopf
[Eindhoven University of Technology, Freek Bos]***

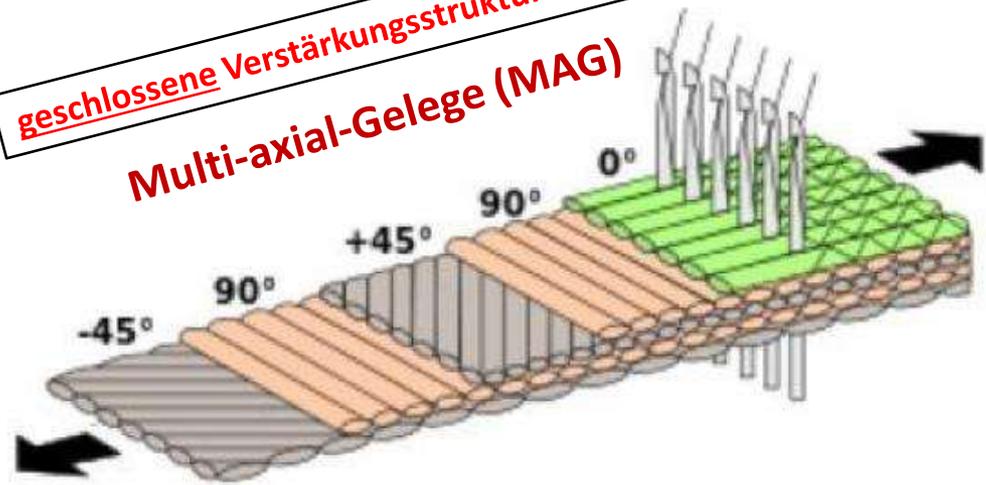
- 1 Einführung
- 2 Vielfalt der Ausführungsbeispiele
- 3 **Vielfalt der verwendeten Halbzeuge**
- 4 Einige benutzte Begriffe, zum Überdenken zwecks Vereinfachung
- 5 Idee für ein Ordnungsschema für Polymer- und Betonmatrix
- 6 Ausblick und Anliegen

Endlosfaser-Bewehrung: Gelege, Gewebe, Textiles Gitter und Stab-Gitter

Einbringung der Endlosfaser-Bewehrung:
Wie weit lösbar?

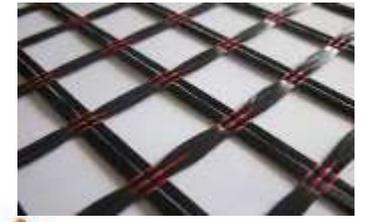
geschlossene Verstärkungsstrukturen [Sherif]

Multi-axial-Gelege (MAG)

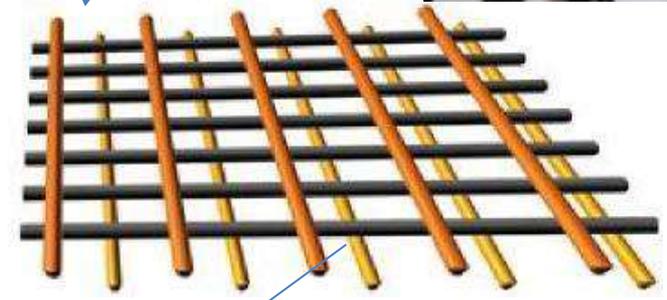


offene gitterartige Verstärkungsstrukturen
oder Bewehrungsstrukturen [Sherif]

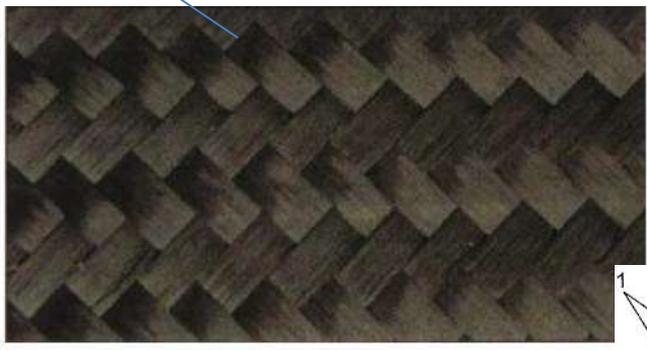
textile Gitter



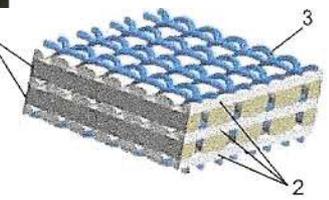
Bewehrungs-
-matten



UD-Gelege (\equiv Lamelle), Gewebe, Stab-Gitter

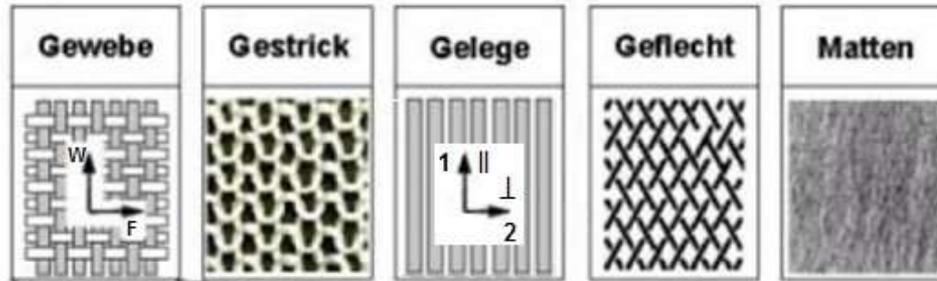


geschlossene Verstärkungsstrukturen oder Bewehrungsstrukturen

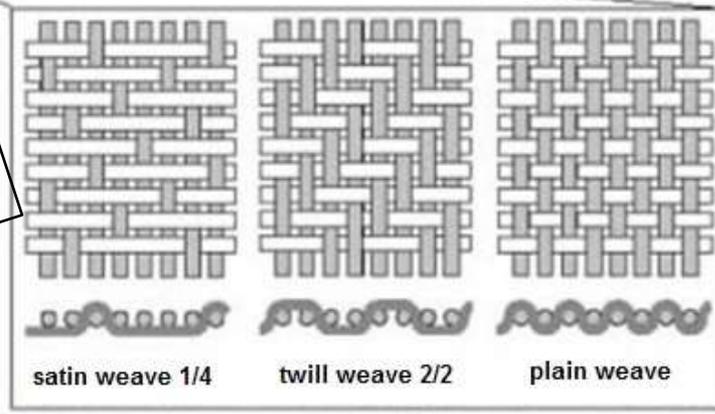


Lamelle \equiv Gelege-Streifen, schmaler Gelege-Streifen \equiv strip, breites Gelege-Stück \equiv sheet

Einteilung und Eigenschaften von Gewebe [nach Wikipedia]



geschlossene [Sherif]
Verstärkungsstrukturen.
 - Im Maschinenbau benutzt.
 - Teilweise zur Böschungbefestigung

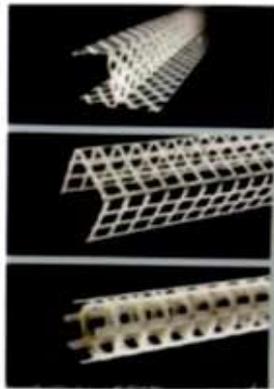
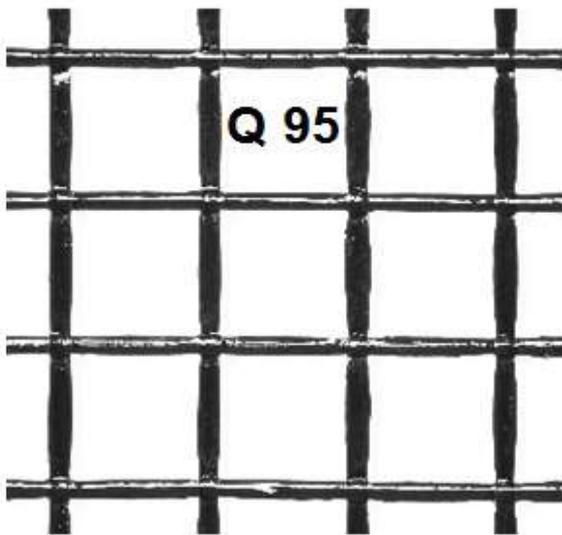


plain weave	twill weave	satin weave	leno weave	NCF-similar
Leinwandbindung	Körperbindung	Satinbindung	Scheindrehergewebe	gelegeähnlich

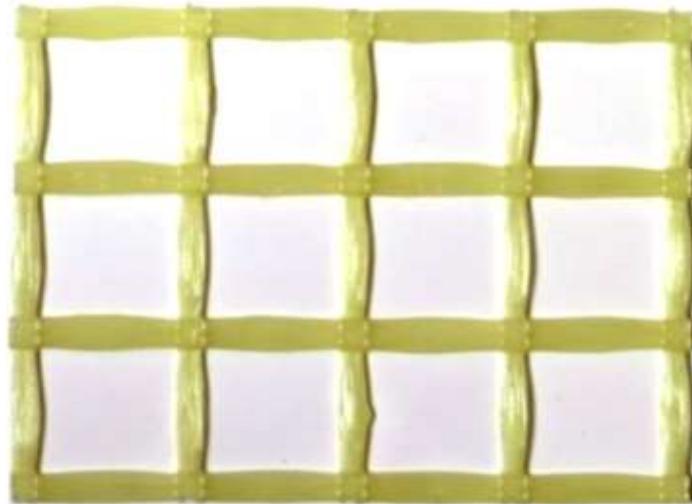
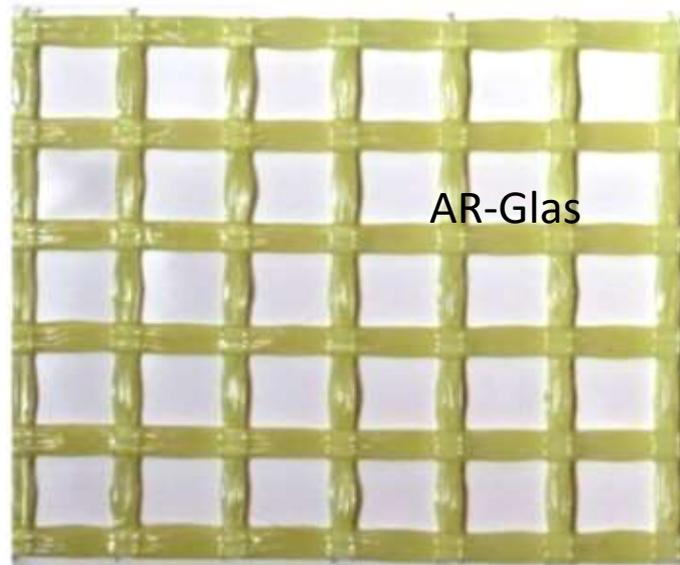
geringe Umformbarkeit, hohe Strukturstabilität
 low drapability
 high structural

→ intermediate →

hohe Umformbarkeit
 geringe Strukturstabilität
 high drapability
 low structural stability



3D-reinforcements



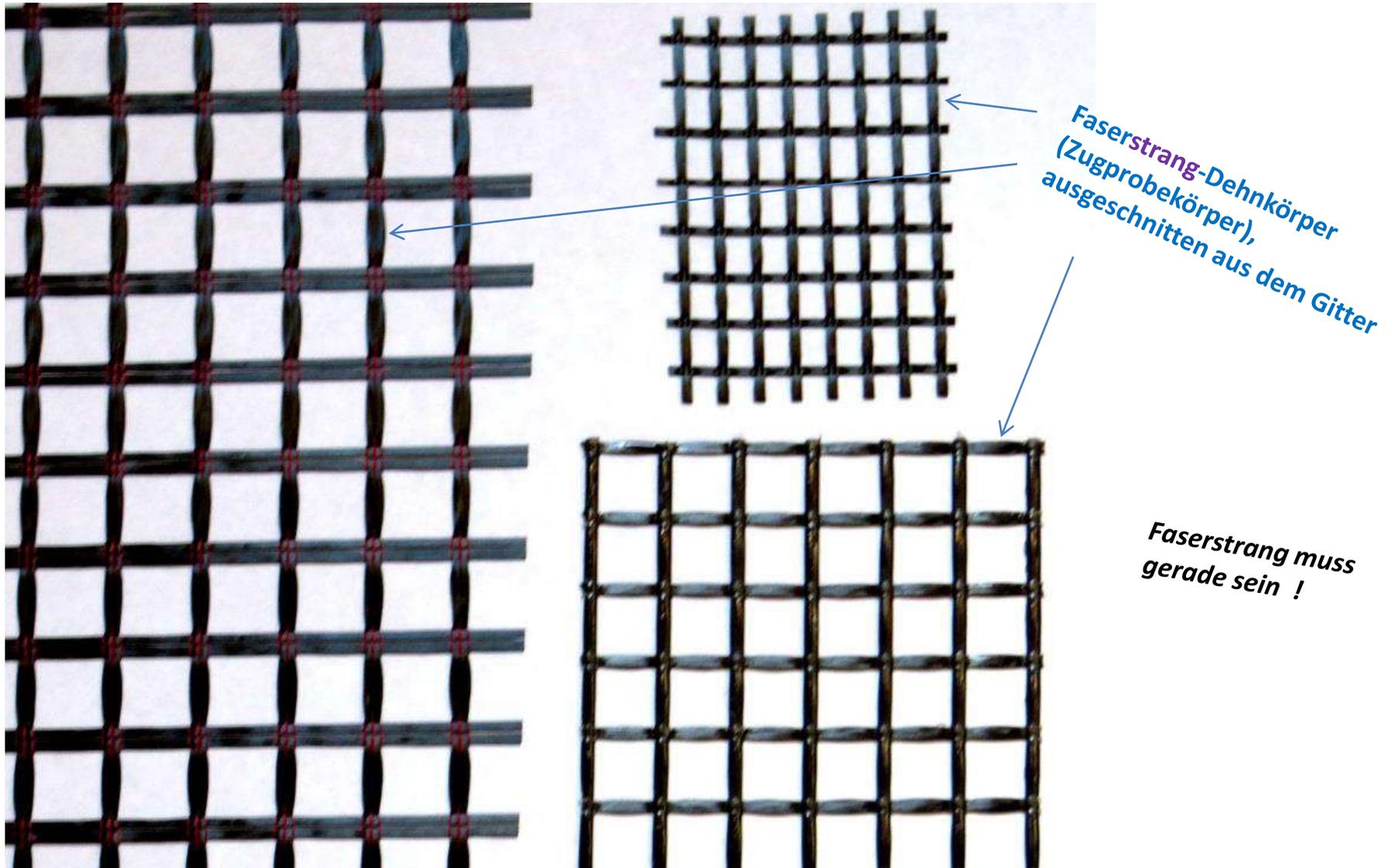
**Offene [Sherif]
Verstärkungsstrukturen
(Bewehrungsstrukturen)**

**gitterartig,
damit der Beton
durchkommt**

**Solidian-Halbzeuge 'Bewehrungsgitter' und räumliche Bewehrungskörbe.
Q-Soligrids neben R-Soligrids [Solidian, Grosz-Beckert]**

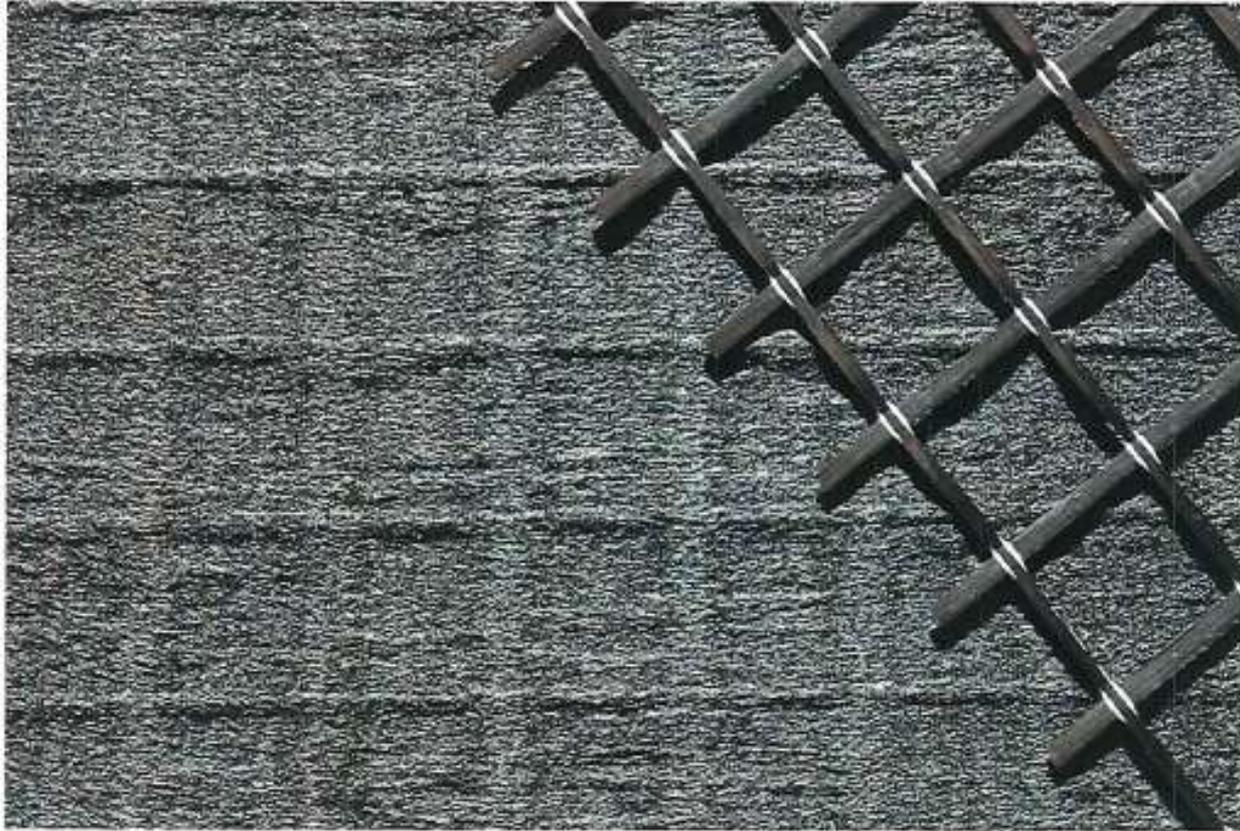
'Carbon faser'-Gitter (Bewehrungs'matten') unterschiedlicher Maschenweite

garn



Non-wovens reinforced with carbon fiber based grid

[SGL]



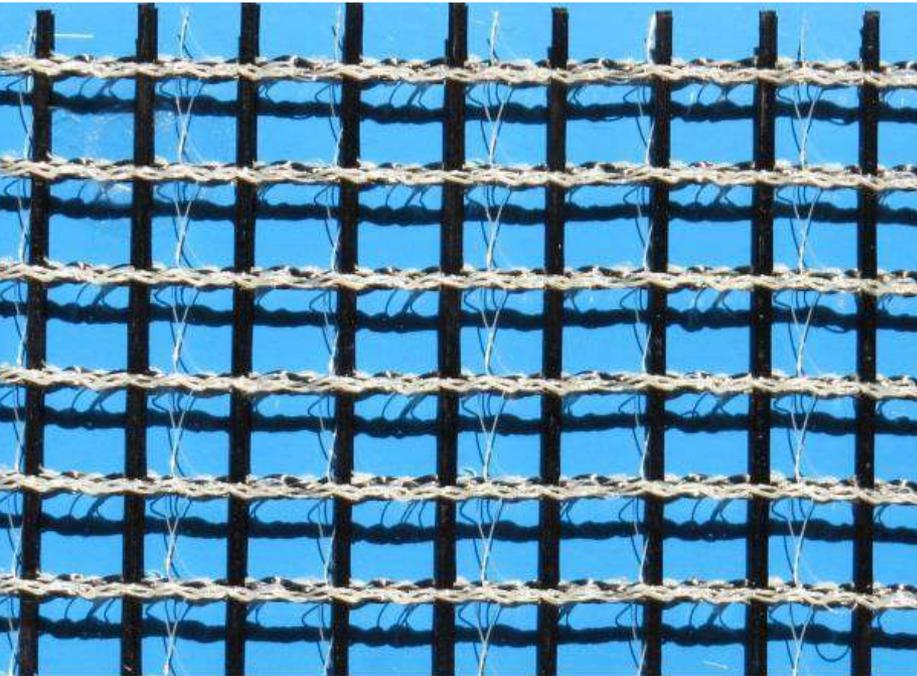
↑ Textile hybrid material with C-Fiber SIGRATEX Grid for reinforcement

Non-woven materials based on oxidized PAN fibers [PANOX®] can be manufactured by consolidation of two or more carded webs. This process makes it possible to reinforce the non-woven with a defined structure. By incorporation of a carbon fiber based grid [SIGRATEX Grid®] a hybrid textile material is obtained showing a high mechanical strength and a good chemical stability.

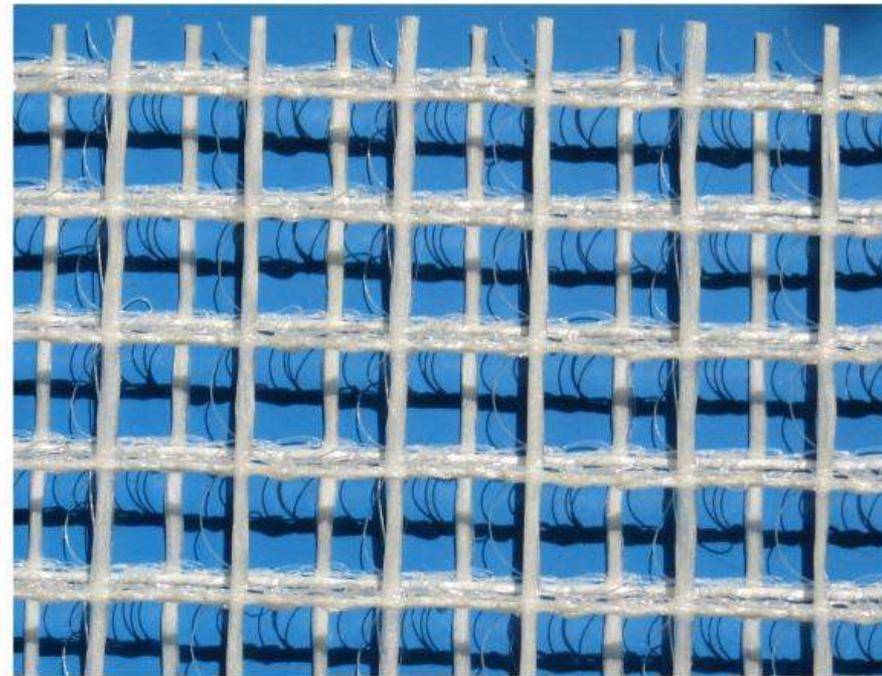
These properties make the semi-finished product suitable for use as advanced electrode material, as filter material or as catalyst carrier.

By varying the fabrication process e. g. the thermal post treatment, the chemical stability, the electrical resistivity and the max. application capability can be further adjusted.

Verschiedene Gitter, Carbon-Faser (CF) und Glas-Faser (GF) [Firma Fraas]

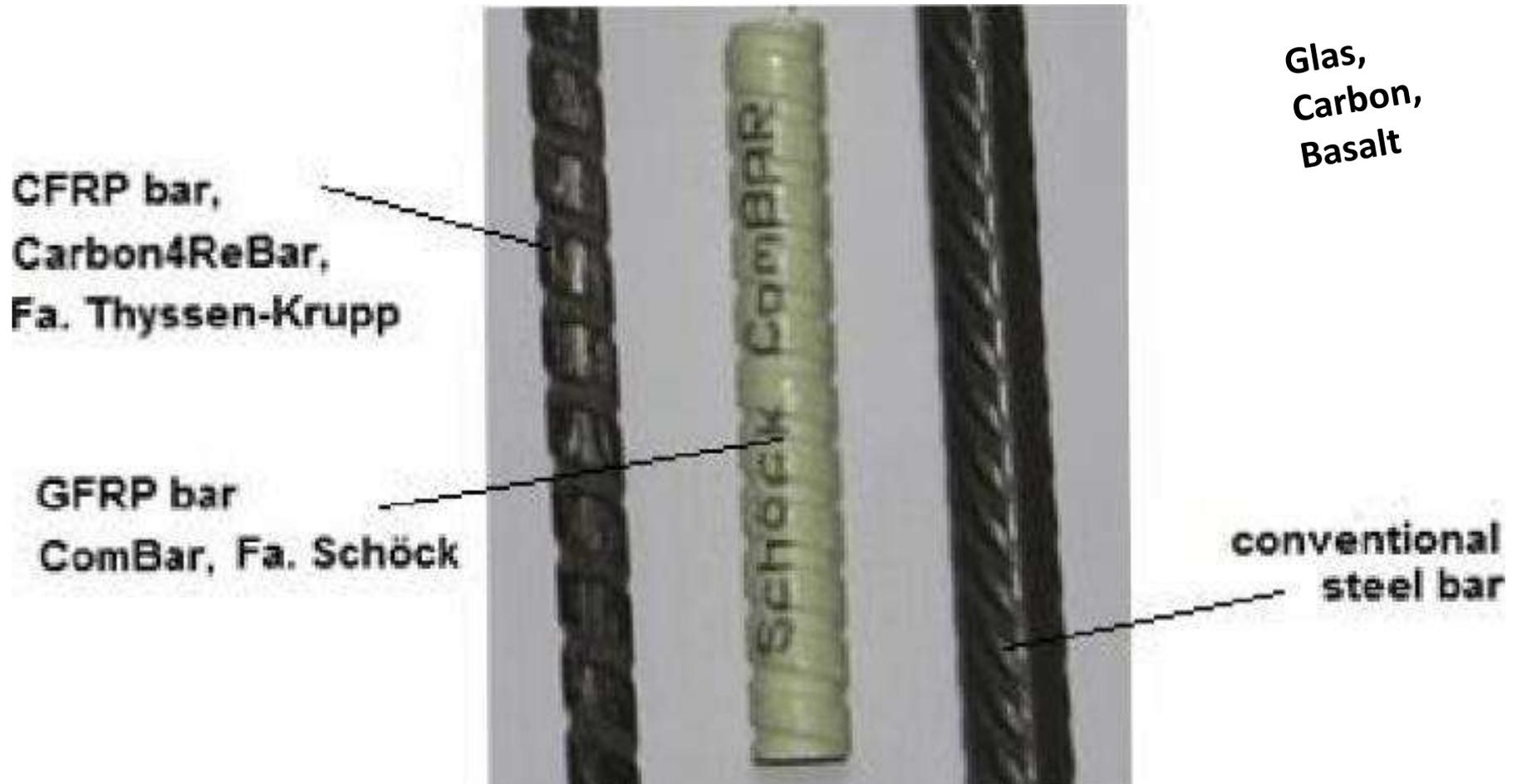


SITgrid500KA (Fraas) 15 mm x 15 mm
24 k C50 T024 EP , thread PE 0.3 mm

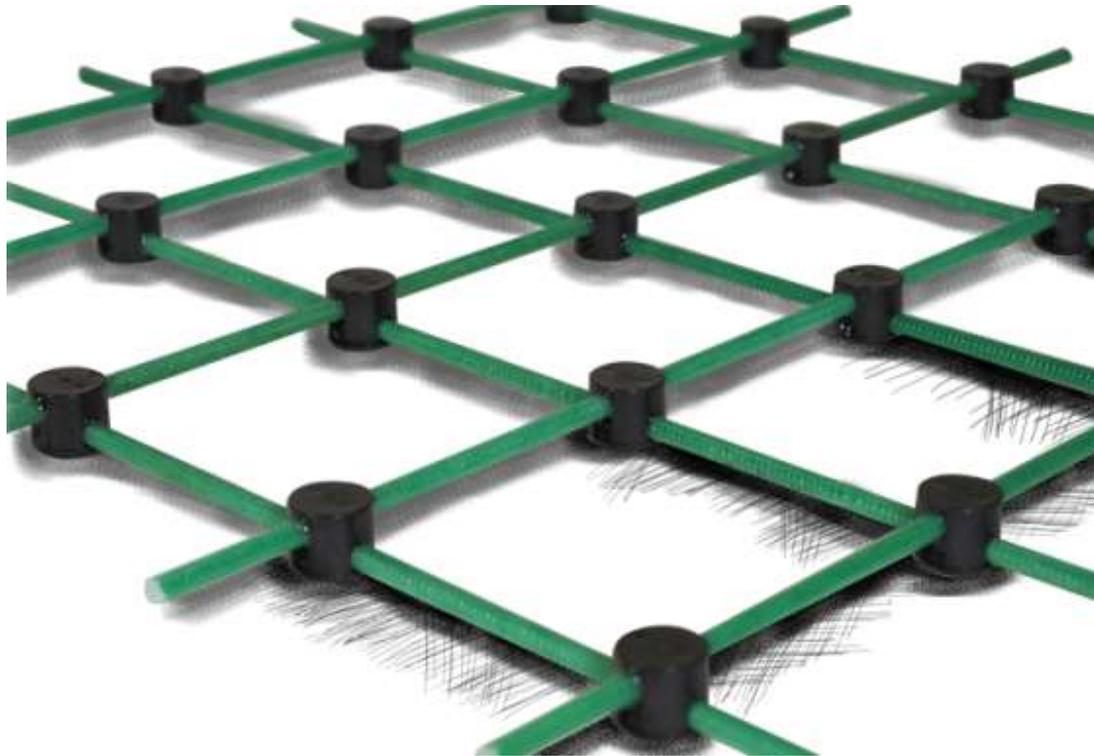


SITgrid701KB20 mm x 20 mm
AR-Glas Cemfil 5325 2400 tex, thread PE 0.30 mm

Bewehrungsstab-Varianten

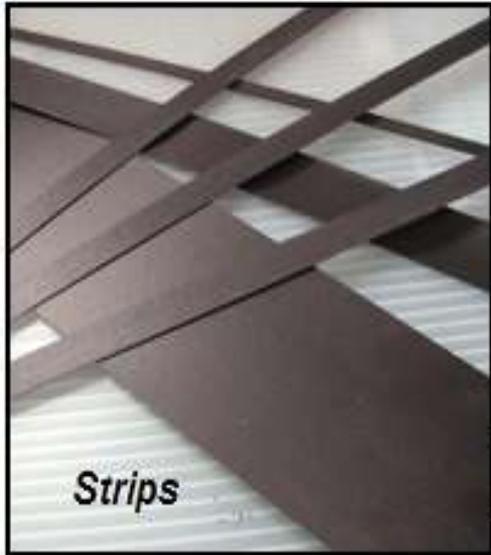


+ iPul Krauss-Maffei
Thyssen-Krupp
Schöck

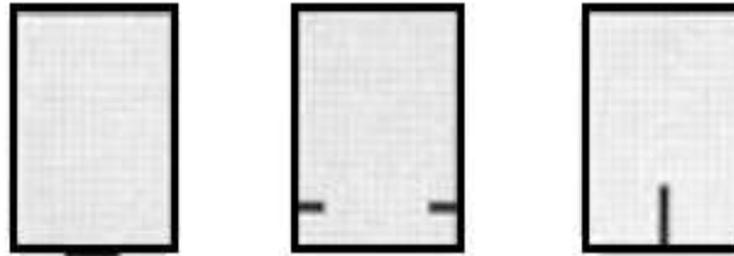


Stab-Gitter, Rebar-grid [FiReP®Powermesh],
(example: GF-polyester or vinylester or epoxy)

StB-Träger: Möglichkeiten der Momentenverstärkung durch **Lamellenstreifen**



*Tape
Sheet*

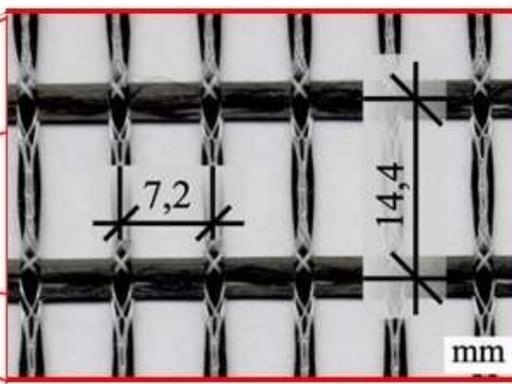


strengthening by strips

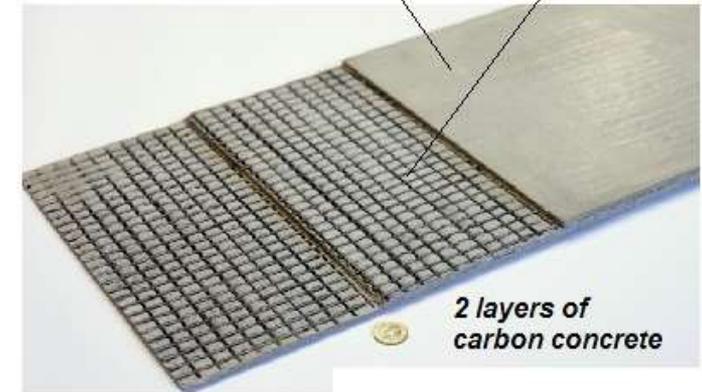
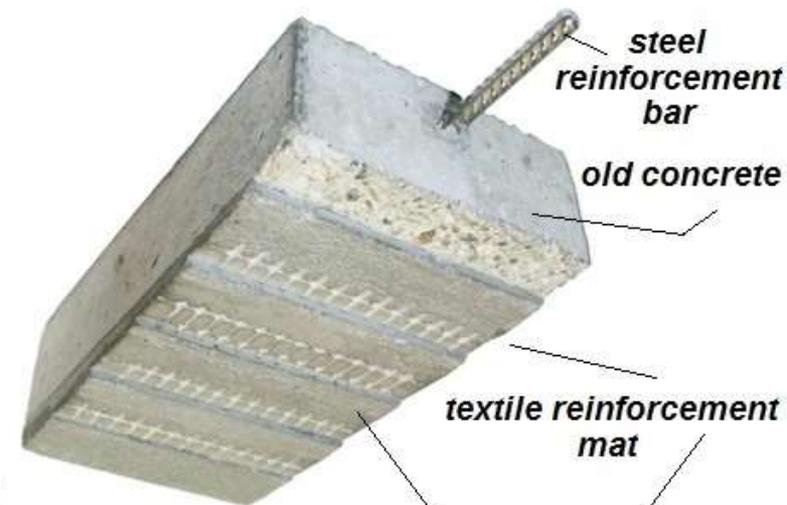
Spool



- = UD Tape = Faserschicht
- = geschlossene Verstärkungsstruktur
- = Gelege-Band-Streifen



beam reinforcement



Rehabilitation, retrofitting

Fasergitter im Detail und auf Rolle, beim Aufbringen auf Altbeton und als Beispiel zwei aufgebrachte Gitter-Schichten aus CF-Fasersträngen (Garnen)

Betonarten, Maschenweite beachten: feiner, Sieblinie?

- 1 Einführung
- 2 Vielfalt der Ausführungsbeispiele
- 3 Vielfalt der verwendeten Halbzeuge
- 4 **Einige benutzte Begriffe, zum Überdenken zwecks Vereinfachung**
- 5 Idee für ein Ordnungsschema für Polymer- und Betonmatrix
- 6 Ausblick und Anliegen

Wenn auch der Carbonbeton
- wie auf den Folien zuvor erkennbar -
meine anfängliche Triebfeder war, ein GLOSSAR zu erstellen,
so ist mir nach einem Mannjahr Arbeit richtig klar geworden:

Das gezeigte Feld ist viel größer!

**Alle miteinander wirkenden Disziplinen
Statiker aus dem Bauwesen und Maschinenbau,
Ingenieure aus der Fertigung sowie dem Textil- und Werkstoffbereich
müssen schnellstens sprachlich zusammen gebracht werden.**



Verbundwerkstoff und Werkstoffverbund

Verbundwerkstoff: *„composite material“*

hoffentlich homogenisierbar und dann als homogenisierter Verbund über seine ‘verschmierten‘ Verbundeigenschaften **modellierbar** und berechenbar.

(Beispiele: (Kurz-)Faserbeton, SMC, UD-Schicht-Lamelle, nur prinzipiell der Beton bereits auch)

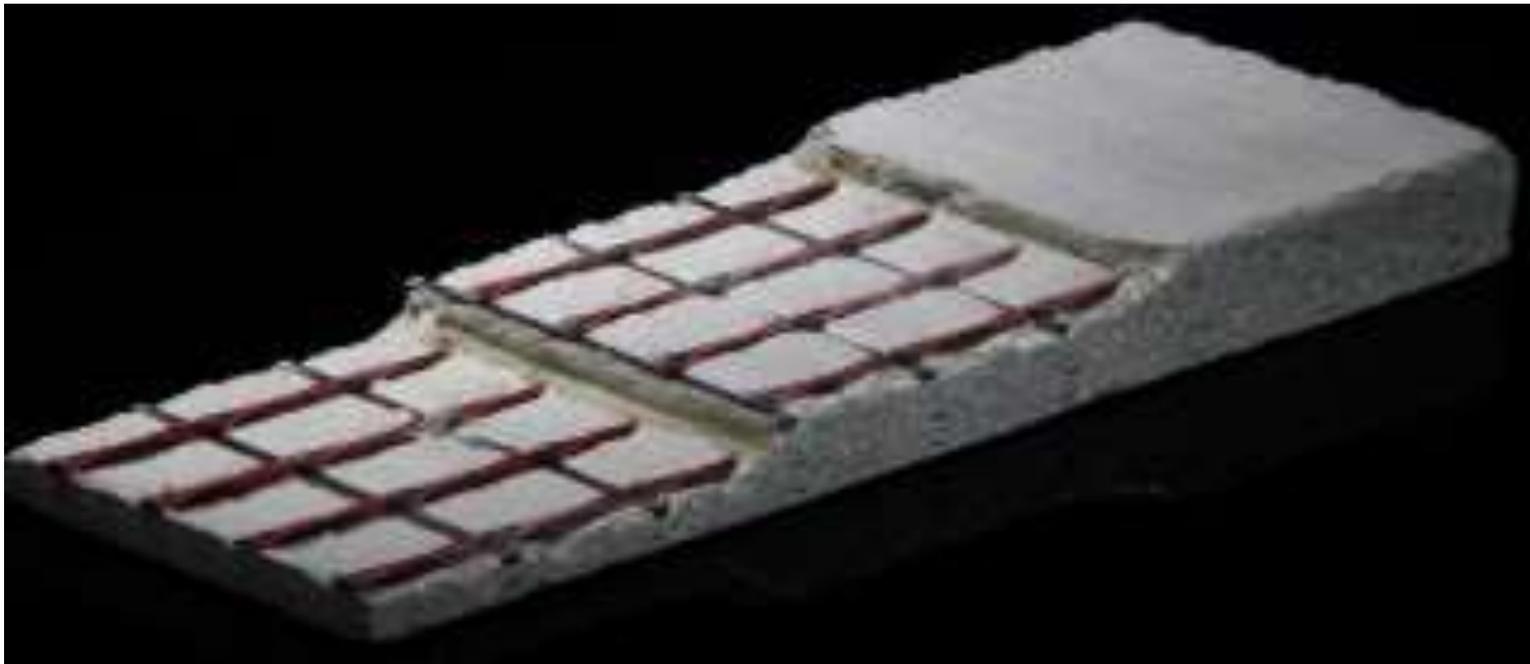
Werkstoffverbund: *„material composite“*; Verbund unterschiedlicher Werkstoffe, bei denen strukturmechanisch bereits eine Verbundkonstruktion vorliegt.

Wie „Carbon Concrete Composite“ (≠ Verbundwerkstoff !)

(Beispiele sind Textilbewehrung im Beton, Sandwich-Halbzeug, Metall mit CFK-Verstärkung, Stab-Verstärkungsgitter.

Es handelt sich um Werkstoffverbund-Komponenten, die praktisch nicht zu einem Werkstoff verschmiert werden können. Leider wird Textilbeton trotzdem oft als Verbundwerkstoff bezeichnet !)

Schichtaufbau eines Carbonbeton-Laminates



Montage der Abstandshalter wegen viel geringerer Überdeckung
ein größeres Problem als bei StB

Verankerungslänge = Überlappungslänge der Gitter

Verstärkung für: N-, M-, Q-, T - Belastungsfälle

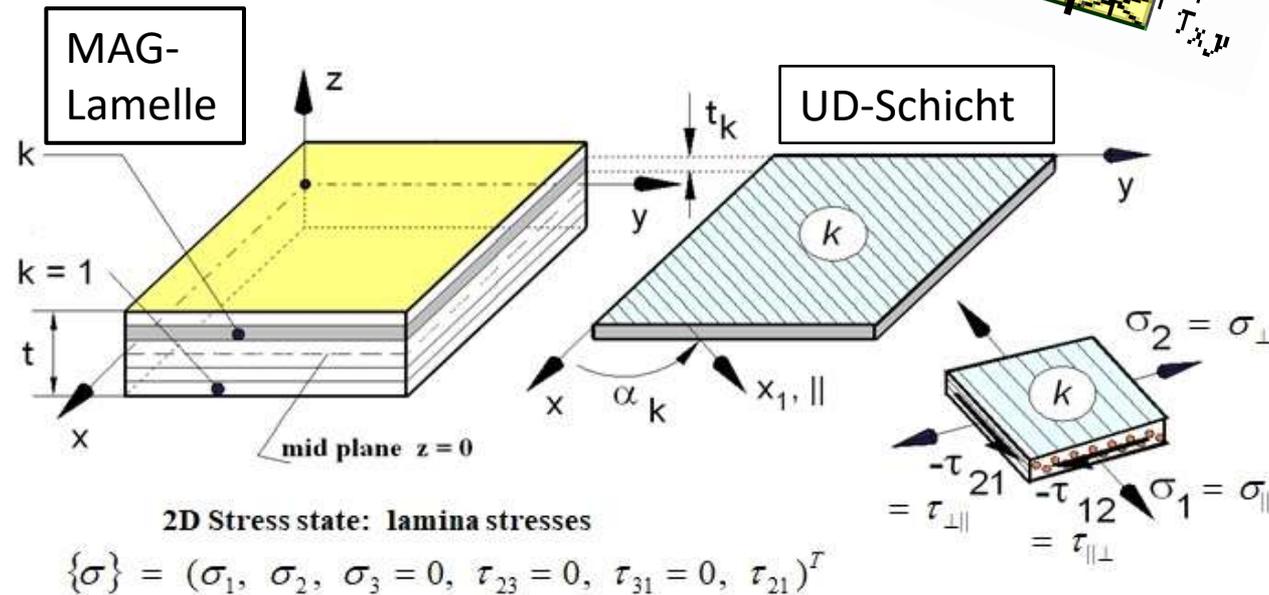


Endverankerungssystem
Sto S&P CFK-Lamellen

Mehrachsige Beanspruchungszustände in einer Lamelle:

- 2D: Längszug + Querzug, Querdruck zur Faserrichtung und Schub bei Querkraftverstärkung, s. u.
- In Dickenrichtung Druck in der Endverankerung

Falls Lamelle aus Multi-Axial-Gelege (MAG) [0/45/-45/90] besteht



Lamelle (Einzelschicht)
Festigkeitsbewertung

Bisherige Bezeichnungen und Vereinbarungen

- Action S (von stress, Spannung) \longleftrightarrow Resistance R (Widerstand, Festigkeit f)
- Statistik benutzt den Überstrich für einen Mittelwert und nicht Index m
- **maximum** $\sigma = \sigma_{\max} \Rightarrow R$ (Ist Definition!)
- Festlegung der Zugfestigkeit trotzdem als R_m (mit $m = \text{maximale}$. Index m ist überflüssig und Unsinn, weil es – siehe oben - nicht um eine maximale Festigkeit geht, sondern um eine maximal ertragbare Spannung \equiv bereits Festigkeit !
- Bei Metall wird der Index t für tension nicht indiziert (Hauptanwendungsbereich Zug), beim Beton wird der Index c für compression nicht indiziert (Hauptanwendungsbereich Druck)
- Im Bauwesen wird der Werkstoff indiziert, beim Beton z. B. mit $c = \text{concrete}$ \rightarrow Verwirrung . (Dies wird in den Ingenieurwissenschaften üblicherweise nur dann gemacht, wenn man die Werkstoffpartner in einer Mischungsregel kennzeichnen muss, weil der Werkstoff in der Überschrift angegeben ist). Außerdem wird im Bauwesen weiter mit c gekennzeichnet: **compressive, carbon, ..**
- Index k für charakteristisch (charakteristisch?) ist nicht selbsterklärend
- Im englischen Sprachraum wird leider bei jeder Matrix immer Reinforced R geschrieben, obwohl die Verstärkungsfunktion nicht immer Primäraufgabe (elektrisch Heizen etc.) ist. Im deutschen Sprachgebrauch wird bei Polymermatrix deshalb unterschieden zwischen FaserKunststoffVerbund **FKV** und Faser-Verstärktem Kunststoff **FVK**

Für die bestmögliche Berechnung des Bauteilverhaltens ist die mittlere Spannungs-Dehnungs-Linie zu nehmen

Bereits festgelegte Bezeichnungen im **Composite**bereich

r:= recycled (lange üblich!)

Polymermatrix
und Betonmatrix

rCF:= rezyklierte Carbon Fasern (recycled Carbon Fibers)

RC-Materialien anstelle **rC**-Materialien (Körnungen, nicht nur vom Stahlbeton, also generell recycled concrete rC = Recyclingbeton) := wir Bauleute überschreiben damit eigene getroffene Bezeichnungsvereinbarungen in DAfStb-Ril. RC = bereits Reinforced Concrete und weiter Zuverlässigkeitsklasse (DIN EN 1990) , Widerstandsklasse)

RC := bisher war die Abkürzung nur für (steel) Reinforced Concrete, also StB

FrC:= Fiber-Reinforced Concrete (zur Verbesserung der Festigkeit gedacht, **r** wäre weglassbar)

FB:= (Kurz)Faser-Beton (allgemeiner, nicht nur zur Verbesserung der Festigkeit einsetzbar!)

CFrP:= Carbon-Fiber-Reinforced Polymer (plastic)

CFrC:= Carbon-Fiber Reinforced Concrete

CB := CarbonBeton (analog zu StB)

Grün bedeutet : benutzt

Meine Wunschliste für alle Disziplinen zur Vereinheitlichung + Vereinfachung

Werkstoff/ Baustoff	Zug	Druck	Schub	Mittelwert	charak. Wert k Tragwiderstand	Bemessungswert (d design)	Bemessungsformel
Steel	$R_m^{(t)} \rightarrow R^{(t)}$	R_m^c	R^t	$\bar{R}, f_{p0.2}$		R (aus log ND, A- oder B-Wert,, C = 95%)	(Maschinenbau) $\sigma \cdot j < R$
Concrete (keine Kennzeichnung falls 28d)	f^t, R^t	$f^{(c)}$		$f_m \rightarrow \bar{f}$	R_k, f_k (aus ND, 5% fractile, C = 75%)	$R_d = R_k / \gamma_M$	$\sigma \cdot \gamma_S < R_d$
FRP UD-Schicht (Gelege) = Lamelle	$R_{\parallel}^t, R_{\parallel}^c$	R_{\perp}^t, R_{\perp}^c	$R_{\perp \parallel}$	$\bar{R} ? ?$			
Rebar	$R_{\parallel}^t, R_{\parallel}^c$						
Faserstrang, aus Textil-Gitter (analog Gewebe indizierbar)	R_W^t, R_W^c	R_F^t, R_F^c					
Fabric (Gewebe) W = warp, F = Fill	R_W^t, R_W^c	R_F^t, R_F^c	+...				
FRC (f auch R) (kurz-) faserverstärkter Beton	f^t, R^t	f^c		\bar{f}			

• f (Festigkeit) waren wohl vor R. Bauteile benutzen aber genauso schon $S < R$. In DIN EN 1990 nun Buchstabe R gesetzt.
 • Waren die Sicherheitsbeiwerte γ vor den j ?
 • Index m := Baustoff abmind. und s := Beanspruchung
 • Warp= Kette, Fill (Weft) = Schuss
 • ND:= Normal Distribution (Gauss)
 • C:= Confidence level (ein gewählter Wert, der bei Schätzproblemen die Wahrscheinlichkeit C dafür angibt, daß der Vertrauensbereich den wahren Wert des geschätzten Parameters enthält. Übergang von Stichprobe zur Grundgesamtheit hiermit durchführbar)

• Wenn man sich auf den Festigkeitswert 28d bezieht, müsste man für die Normfestigkeit keinen Index nehmen, sondern nur die Ausnahmen kennzeichnen

Warum nicht einfacher, klarer in den Ingenieurdisziplinen?

- die Eurocode-bedingten englischen Wörter berücksichtigend -

Baustoffproduktbezeichnungen:

abgesehen von f

Fiber-(strength-)Reinforced matrices using polymer P and concrete C:

im Deutschen wäre C durch B(eton) zu ersetzen

(c)FRP, (c)FRC with c = continuous fiber, letter not yet written (*superfluous*)

lFRP, lFRC with l = long fiber (steel fiber, LongFiberThermoplastic, ...)

sFRP, sFRC with s = short fiber (SMC, BMC, shotcrete, fine concrete, ..).

Da weiß dann der Tragwerksberechner was vorliegt, und er modelliert richtig!

Es ist selten zu spät, etwas zu verändern.

*Also packen wir es an, mit dem phantastischen **Ziel:***

Vereinheitlichung , Klarstellung + Vereinfachung.

Verwandte Verfahren im Maschinenbau

SMC: Sheet Molding Compound = Spritzguss

containing short fibers = flächige Pressmasse (CF-SMC, GF-SMC),
Spritzguss. 2D, plattenförmiges Halbzeug mit duromerer Matrix und
Faserverstärkung in Mattenform, eventuell auch in Gewebeform.

(Note: Kurz- bis Langfasern < 50 mm. Umformprozess mit nachfolgender Aushärtung). Injektionsverfahren, wobei ein Thermoplast, Duromer oder Elastomer unter Druck in die Kavität eines Spritzgießwerkzeugs eingespritzt wird.

(Note: Eventuell Kurzfasierzugabe zur Matrixverstärkung, SMC, BMC. Produktionsprozess mit zumeist < 1 mm Einzelfasern, wie z. B. GF-PA6, granuliertes rCFK-PP)

BMC: Bulk Molding Compound (Bauwesen-Verfahren auch!)

containing short fibers = 3D-SMC (Pressmasse, Spritzguss)

Injection moulding and shotcrete with short fibres are related,
can be selected as Additive Manufacturing

→ Hinweise herholbar
für Spritzbeton und Additive Fertigung im Bauwesen !

Material : homogenized (smeared) model of the envisaged complex material which might be a material combination

Failure : structural part does not fulfil its functional requirements such as FF = fiber failure, IFF = inter-fiber-failure (matrix failure), leakage, deformation limit (tube widening, delamination size limit, ..) \Rightarrow = a project-defined 'defect'

Fatigue : process, that degrades material properties

Damaging (not also damage, as used in English literature) : process wherein the results, the damaging portions, finally accumulate to a damage size such as a macro-scopic delamination. Accumulation tool usually used is *Palmgren-Miner's Damaging Accumulation Rule* (= model)

Damage : sum of the accumulated damaging or an impact failure, that is judged to be critical. Then, *Damage Tolerance Analysis* is used to predict damage growth under further cyclic loading or static failure under Design Ultimate Load

Haigh Diagram : involves all S-N curves required for fatigue life prediction.

Beschlichtung und Beschichtung, Tränkung

Beschlichtung vom Filament:

Überzug der Filamente für textile Verarbeitung, sog. **Faserschlichte** (sizing, avivage). um deren Verarbeitbarkeit und auch Alkalibeständigkeit wie z. B. bei Basalt zu verbessern .

Die Schlichte wird vor dem weiteren Verarbeiten teilweise wieder entfernt. Schlichte kann auch als Haftvermittler zwischen Filament und Matrix dienen. Dazu muss jedoch die Schlichte auf das entsprechende Matrixsystem abgestimmt sein. Filamente mit einer üblichen Epoxidschlichte sind nur eingeschränkt ausnutzbar, da zu niedriger Temperaturlevel.

Beschichtung:

Oberflächen-Imprägnierung der Produkte Roving/ Tow/ Faserstrang/Stab und Gitter

Überzug des textilen Produkts aus Gründen des Oberflächenschutzes und der Verbesserung der Haftung, also des Grenzflächenverhaltens von Faserbewehrung-Beton.

(Note: Organische Polymer-Dispersionen aus EP, Silane Styrol-Butadien, TP-kompatibel und in Zukunft hoffentlich mineralische Beschichtungen, um die Feuerwiderstandsfestigkeit zu steigern. Allein eine vollständige Beschichtungsimprägnierung (vor der Härtung ist eine Roving-Durchtränkung bis ins Innere notwendig) auch der innen liegenden Filamente garantiert eine gleichmäßige Ausnutzbarkeit aller Filamente eines Rovings)

Tränkung: Roving, Faserstrang, Tow, Gitter

Tiefen-Imprägnierung, damit eine möglichst gleiche Ausnutzung aller Roving-internen Filamente stattfinden kann

Recycling

Recycling: carbonfaserbezogen

Konzept, Werkstoff für einen erneuten Einsatz zu erhalten oder ein nutzbares Bau-Produkt erzeugen, das weiter verwertet werden kann.

(Notes:

- (1) Ein 'wirkliches Rezyklat sollte möglichst Neuware ersetzen und damit die mit der Herstellung verbundenen Umweltlasten vermeiden.*
- (2) Was bei einer Ökobilanzierung nicht vergessen werden sollte: Bei 4 Milliarden t Ölverbrauch pro Jahr fallen 70000 t CF / Jahr eigentlich nicht ins Gewicht, falls es energetisch verwertet würde.*
- (3) Reine CF-Abfälle dürfen deponiert werden, CFK-Abfälle nicht. Aufgrund des hohen Energiegehaltes von CF- und CFK-Abfällen wäre also eine energetische Verbrennung sinnvoll, wobei die entsprechenden Öfen noch bereitgestellt werden müssen, damit ein Entstehen von WHO-Fasern beim Abbrennen prinzipiell vermieden wird).*

Recycling-Beton: R-Beton, RC-Materialtypen (RC-Gesteinskörnung)

= ressourcenschonende Abbruchmaterialien, Bestandteile- und Körnung-zugeordnet

Warum nicht r-Beton = rConcrete rC

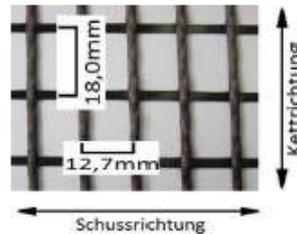
Produktbeschreibung:

TUDALIT- BZT2- V.FRAAS ist eine Textilbewehrung (eine TUDALIT-Komponente des Bausatzes) für ein Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton gemäß Allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Nr. Z-31.10-182. Die Textilbewehrung ist ein textiles Gitter aus Carbonfilamentgarnen (sogenannte Heavy Tows), die mechanisch durch maschenbildende, dünne Polypropylenfäden an den Kreuzungspunkten verbunden sind.

Textile Konstruktion:

	Fadenabstand [mm]	Anzahl Rovings pro Laufmeter	Material
Kettrichtung (0°)	12,7	78	Carbon (Toho Tenax/SGL)
Schussrichtung (90°)	16	62	Carbon (Toho Tenax)

Die Textilbewehrung wird mit einer filmbildenden Dispersion (Typ Lefasol VLT-1, Fa. Lefatex) imprägniert. Dadurch werden die einzelnen Filamente der Carbonfilamentgarne umhüllt bzw. miteinander „verklebt“ und der innere Verbund hergestellt, um die Kennwerte der beschichteten Garne zu erreichen. Der äußere Beschichtungsfilm sichert den guten Verbund der Textilbewehrung zum Beton.



Maße (Beispiel):

	Rolle	Platte
Breite [m]	2,50	1,25
Länge [m]	25,00	2,00

Eigenschaften (Mittelwerte):

	0°	90°	Bemessungswert 0°	Bemessungswert 90°
Bewehrungsquerschnitt/Faden [mm ²] ⁽¹⁾	1,8	0,45	141 mm ² /m	28 mm ² /m
Garnzugfestigkeit, beschichtet [N/mm ²]	1.700 ⁽¹⁾	1.700 ⁽²⁾	-	-
Elastizitätsmodul Garn, beschichtet [N/mm ²]	170.000 ⁽¹⁾	152.000 ⁽²⁾	-	-
Gewicht [g/m ²]	346 Toho Tenax / 368 SGL			

(1) Prüfung nach ISO 3341, Umschlingungsklemmen mit optischer Längenänderungserfassung, 500 mm freie Einspannlänge, Prüfgeschwindigkeit 200 mm/min, E-Modulbestimmung im Bereich des Linearanstieges der Spannungs-Dehnungs-Kurve

(2) Prüfung wie (1), jedoch bei 200 mm freier Einspannlänge der beschichteten Schussfäden, Prüfgeschwindigkeit 80 mm/min, um analoge Prüfung ab einer Warenbreite von 1,20 m der Textilbewehrung zu ermöglichen.

Produktdatenblatt Fraas als Beispiel

- * CarbonFaser: angegeben, gut.
- * Imprägnierung des Gitter-Garns + Oberflächen-Beschichtung: angegeben.
- ? Garnzugfestigkeit (vor der Verarbeitung) oder Festigkeit des herausgeschnittenen Faserstrangs?
- ? Keine Angabe des Variationskoeffizienten zur Ermittlung eines Zugfestigkeit-Bemessungswertes.

- 1 Einführung
- 2 Vielfalt der Ausführungsbeispiele
- 3 Vielfalt der verwendeten Halbzeuge
- 4 Einige benutzte Begriffe, zum Überdenken zwecks Vereinfachung
- 5 Idee für ein Ordnungsschema für Polymer- und Betonmatrix**
- 6 Ausblick und Anliegen

Vorschlag für einen Versuch - bei der Schaffung eines sehr komplexen Ordnungsschemas - auch die englischsprachigen Bezeichnungen zu berücksichtigen

isotrop	Normal- beton	Betonmatrix	Wasser + Zement (bspw. CEM I , CEM III + Gesteinskörnung (Sand, Kies, Schotter) + ggf. Zusatzmittel, wie z. B. Fließmittel, Verzögerer				Größtkorn > 4 mm	Faserbeton StFB CF-FB FB AR-Glas, AR-Basalt, PP, PVA Spritzbeton
	Feinbeton						Größtkorn < 4 mm	
FB(V)	CB (CFB) StB CB GB BsB (vereinfachende Begriffe) FVB	Bewehrungsform	<i>gitterartige Verstärkungsstrukturen</i> 'Bewehrter Beton'				<i>praktisch nicht homogenisierbarer Faser-Beton-Verbund = Werkstoffverbund</i>	
			UDB	BDB	Textilbeton TB		polymer oder minerale Beschichtung	
anisotrop	GFK CFK AFK BFK BsFK NaturFK FVK	Bewehrungsform	Litze, Faserstrang, Stab	Stab- gitter- (matte)	R-, Q- Gitter- (matte)	gestickt Sandwich	Vlies (wirr bis orientiert, Kurzfaser bis Langfaser)	Kurz-, Langfaser
			1D	2D Bewehrungsausrichtung		2D	2D – 3D	
FK(V)	UD-Schicht Lamelle	Bewehrungsform	Halbzeuge für tragende Bewehrung (Endlosfaser, Langfaser)				für Matrixver- besserung	
			Gelege (MAG) Lamelle	Atlasgewebe Köpergewebe Leinwandgewebe	Gewirk Gestrick Geflecht	Vlies (wirr bis orientiert, Kurzfaser bis Langfaser)		
isotrop	Duromer	Polymer matrix	<i>homogenisierbarer Faser-Kunststoff-Verbund FKV = Verbundwerkstoff</i>				Spritzguss SMC, BMC	
	Thermoplast		<i>geschlossene Verstärkungsstrukturen</i>				Harzsysteme: Epoxide, Thermoplaste, mit Katalysatoren etc.	

FaserVerbundWerkstoff FVW

Bitte um Kommentare !!

Ordnungsschema für Faser-Verbund-Werkstoffe FVW
 wie Faser-Kunststoff-Verbund FKV, Faser-Beton-Verbund FBV,
 Faser-Verstärkter-Beton FVB, CarbonBeton CB, BasaltBeton BsB,
 bi-direktional stabverstärkter Beton BDB, UHP-Carbon(kurz)Faser-Beton UHP-CF-FB.
 In grün, bereits früher festgelegte Begriffe. [Cuntze mit Kimm, Heppes, Diestel, Butler, Bielak]

Isotropic	Normal-Concrete	Concrete matrix	water + cement (CEM I, CEM III) + aggregate (sand, gravel) + possibly additives, such as super-plasticiser, retarder				max. grain > 4 mm	Fiber Reinforced Concrete GFR CFRC PPFR PBOFR	F(R)C
	Fine Concrete						max. grain < 4 mm		
anisotropic	CRC or CC GFC or GC		<i>grid-type reinforcing structures</i> Fiber-Concrete-Composite FCC						FRC
			UDRC	Textile-Reinforced Concrete TRC					
	rope bar	rebar grid	R-, Q-grid		embroidered sandwich	non-woven (randomly oriented, oriented)	short fiber long fiber		
	1D	2D Reinforcement Alignment		2D	2D – 3D		2D – 3D		
	semi-finished products for reinforcements (endless fiber, long fiber)							for matrix improvement	
CFRP GFRP AFP BsFRP	FRP	Reinforcement Form	UD ply lamella strips	NCF lamella sheet		fabric	non-woven (randomly oriented, oriented)		
Fiber-Polymer-Composite FPC <i>closed reinforcing structures</i>									
Thermosets Thermoplastics	Polymer matrix	Resin Systems: thermosets, thermoplastics, with catalysts etc.					SMC, BMC	FP	
								Fiber Composite Materials FCM	

Ordering scheme for fiber-composite materials FCM

such as fiber-reinforced polymer FRP, fiber-reinforced concrete FRC,

Carbon Concrete C(R)C, CRC:= Carbon-Reinforced Concrete,

Bi-Directionally Reinforced Concrete BDRC,

UHP-(short)Fiber-Reinforced Concrete UHPFRC.

Green coloured are still fixed notions

proposal

- 1 Einführung
- 2 Vielfalt der Ausführungsbeispiele
- 3 Vielfalt der verwendeten Halbzeuge
- 4 Einige benutzte Begriffe, zum Überdenken zwecks Vereinfachung
- 5 Idee für ein Ordnungsschema für Polymer- und Betonmatrix
- 6 **Ausblick und Anliegen bzgl. Bezeichnungen von
Werkstoffeigenschaften und Abkürzungen**

Das Zusammenführen der 2 Bereiche in CC Bau hatte bei mir dazu geführt, z. B. festzustellen, dass Begriffe zum Teil vollkommen unterschiedlich bis falsch in den i. W. betroffenen Fach-Disziplinen Tragwerksplanung, textile Fertigung, Baustoffkunde, Faserverbundexperten, etc. gebraucht werden.

Und erst recht gibt es Diskrepanzen, wenn Bauteile fürs Bauwesen von Maschinenbauern gebaut werden.

- **Textiles ‘Gelege’ muss textiles Gitter heißen, um sich zu verstehen.**
- **Eine Lamelle hingegen ist ein Gelege und kein Gewebe o. ä.**

- * **Eindeutige Begriffe für eine gemeinsame Sprache fehlen !**
- * **Einfache Abkürzungen müssten geprägt werden!**

- **Einigt man sich z.B. darauf**
 - **analog zur vereinfachten Abkürzung Stahlbeton StB – für Carbonbeton CB zu schreiben ?**

***Daher habe ich als ‘Living Document’
- zum Nachschlagen und Verbessern –
mit tatkräftiger Unterstützung von Fachkollegen/-ginnen
ein Glossar als Büchlein im Springer-Verlag herausgegeben.***

Glossar-Inhaltsverzeichnis und erstes Ordnungsschema

Inhaltsverzeichnis/Table of Contents

Zweck des Glossars/Purpose of the Glossary	1
<i>Warranty</i>	1
Inhaltsverzeichnis/Table of Contents	2
1. Einführung/Introduction	3
1.2 Festlegung einiger wichtiger Begriffe und Abkürzungen / Fixation of essential Terms and Abbreviations ..	6
2. Deutsche Fachbegriffe mit Erklärung und Definition	10
2.1 Stichwörter-Verzeichnis	10
2.2 Definitionen / Deutsch	15
3. Deutsche Fachbegriffe in Englisch	60
4. English Technical Terms with Definitions	67
4.1 Key-Terms Index	67
4.2 Definitions / English	72
5. Abkürzungen / abbreviations	117
6. Denotations, Symbols <i>considering the guideline VDI 2014, sheet 3; DIN 1055-100</i>	126
6.1 Roman Symbols	126
6.2 Greek Symbols	129
7. Indexing, Laminate Descriptions and Layer Numbering (ply-book)	130
7.1 Subscripts and Superscripts	130
7.2 Laminate and Organosheet Coding	131
8. Bilder zur Text-Illustration / Figures for clarification of the body text	133
9. References including design recommendations	162

Vorgenannte Ausführungsbeispiele zeigen
die Breite der zu erfassenden Begriffe
Springer: 50€ inkl. e-book
1 Mannjahr unbezahlte Arbeit

FEA-Programs: **Werkstoffeigenschaften**

Designing engineers have difficulties with a 'right material properties input' !

Gottfried Wilhelm Leibniz (about 1800)

***“A general system
of signs and symbols is of
high importance for
a logically consistent universal language
for scientific use !”***

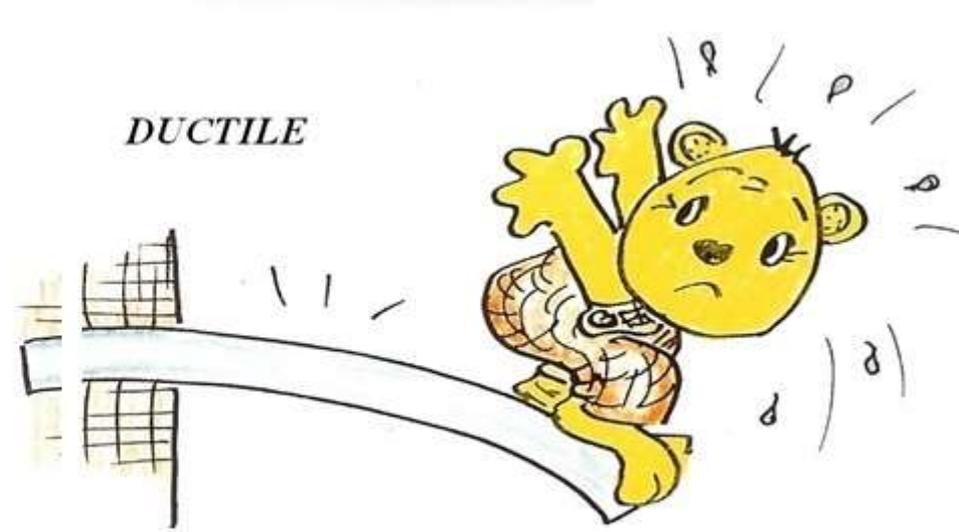
Werkstoffverhalten ??

Sehr wichtig, bevor man in Werkstofftabellen geht !



One feels good until sudden fracture occurs

Courtesy: Prof. C. Mattheck



CFK-Bewehrungsstab (rebar)
CFK-Lamelle
Beton

Betonstahl

Self-explaining, symbolic Notations for Strength Properties

		Fracture Strength Properties									$f \equiv R$
loading		tension			compression			shear			Mohr-Coulomb's $\mu(\phi)$
direction or plane		1	2	3	1	2	3	12	23	13	
9	general orthotropic	R_1^t	R_2^t	R_3^t	R_1^c	R_2^c	R_3^c	R_{12}	R_{23}	R_{13}	Friction propert.
5	UD (Lamelle)	$R_{//}^t$ NF	R_{\perp}^t NF	R_{\perp}^t NF	$R_{//}^c$ SF	R_{\perp}^c SF	R_{\perp}^c SF	$R_{//\perp}$ SF	$R_{\perp\perp}$ NF	$R_{//\perp}$ SF	$\mu_{\perp\perp}, \mu_{\perp\parallel}$ $R_{\perp\perp} \Rightarrow R_{\perp}^t$ if brittle
6	fabrics	R_W^t	R_F^t	R_3^t	R_W^c	R_F^c	R_3^c	R_{WF}	R_{F3}	R_{W3}	Warp = Fill
9	fabrics general	R_W^t	R_F^t	R_3^t	R_W^c	R_F^c	R_3^c	R_{WF}	R_{F3}	R_{W3}	$\mu_{W3}, \mu_{F3}, \mu_{WF}$
5	mat	R^t	R^t	R_3^t	R^c	R^c	R_3^c	R^τ	R^τ	R^τ	(\equiv UD material with turned direction)
2	isotropic matrix	R^t SF	R^t SF	R^t SF	deformation-limited			R^τ	R^τ	R^τ	μ
		R^t NF	R^t NF	R^t NF	R^c SF	R^c SF	R^c SF	R^τ NF !	R^τ NF	R^τ NF	μ

NOTE: *As a consequence to isotropic materials (European standardisation) the letter R has to be used for strength. US notations for UD material with letters X (direction 1) and Y (direction 2) confuse with the structure axes' descriptions X and Y. *Effect of curing-based residual stresses and environment dependent on hygro-thermal stresses. *Effect of the difference of stress-strain curves of e.g. the usually isolated UD test specimen and the embedded (redundancy) UD laminae. R_m := 'resistance maximale' (French) = tensile fracture strength (superscript t here usually skipped), R := basic strength. Composites are most often brittle and dense, not porous! SF = shear fracture

Self-explaining Notations for Elasticity Properties (homogenised material)

		Elasticity Properties									
direction or plane		1	2	3	1	2	3	12	23	13	
9	<i>general orthotropic</i>	E_1	E_2	E_3	G_{12}	G_{23}	G_{13}	ν_{12}	ν_{23}	ν_{13}	comments
5	<i>UD, \cong non-crimp fabrics</i>	$E_{//}$	E_{\perp}	E_{\perp}	$G_{//\perp}$	$G_{\perp\perp}$	$G_{//\perp}$	$\nu_{//\perp}$	$\nu_{\perp\perp}$	$\nu_{//\perp}$	$G_{\perp\perp} = E_{\perp} / (2 + 2\nu_{\perp\perp})$ $\nu_{\perp//} = \nu_{//\perp} \cdot E_{\perp} / E_{//}$ 3 is perpendicular to quasi-isotropic 2-3-plane
6	<i>fabrics</i>	E_W	E_F	E_3	G_{WF}	G_{W3}	G_{FW3}	ν_{WF}	ν_{W3}	ν_{W3}	Warp $_W$ = Fill $_F$
9	<i>fabrics general</i>	E_W	E_F	E_3	G_{WF}	G_{W3}	G_{F3}	ν_{WF}	ν_{F3}	ν_{W3}	Warp \neq Fill
5	<i>mat</i>	E	E	E_3	G	G_3	G_3	ν	ν_3	ν_3	$G = E / (2 + 2\nu)$ 1 is perpendicular to quasi-isotropic mat plane
2	<i>isotropic for comparison</i>	E	E	E	G	G	G	ν	ν	ν	$G = E / (2 + 2\nu)$

↑
number of independent properties due to material symmetry

It is mandatory that the notations -especially for composites- are unique and self-explaining! Then, expensively generated test data will remain understandable and therefore not get lost [Example: Boehler].

Self-explaining Notations for Hygrothermal Properties (homogenised material)

Hygro-thermal properties							
direction, or plane	1	2	3	1	2	3	
general orthotropic	α_{T1}	α_{T2}	α_{T3}	α_{M1}	α_{M2}	α_{M3}	comments
UD, ≅ non-crimp fabrics	$\alpha_{T//}$	$\alpha_{T\perp}$	$\alpha_{T\perp}$	$\alpha_{M//}$	$\alpha_{M\perp}$	$\alpha_{M\perp}$	
fabrics	α_{TW}	α_{TW}	α_{T3}	α_{MW}	α_{MW}	α_{M3}	<i>Warp = Fill</i>
fabrics general	α_{TW}	α_{TF}	α_{F3}	α_{MW}	α_{MF}	α_{M3}	<i>Warp ≠ Fill</i>
mat	α_T	α_T	α_{T3}	α_M	α_M	α_{M3}	
isotropic for comparison	α_T	α_T	α_T	α_M	α_M	α_M	

minimum number of properties !

- NOTE: 1.) Number of properties is remains the same for strength and physical parameters (VDI 2014)
 2.) Despite of annoying people, I propose to rethink the use of α for the CTE and β for the CME. Utilizing α_T (Thermal) and α_M (Moisture) automatically indicates that the computation procedures will be similar.

Die gezeigten Werkstoffkennwerte sind Mess-Ergebnisse !

- Messergebnisse sind 'lediglich' das Ergebnis einer Prüfvereinbarung (Norm, Standard) und dienen der Vergleichbarkeit verschiedener Untersuchungen.
- Die Prüfvereinbarung besteht aus Prüfeinrichtung, Prüfvorschrift, Probekörper und Auswerteverfahren.

Damit kann man nur von 'exakten' Prüfergebnissen' im Sinne der Prüfvereinbarung reden.

Das Wort EXAKT bedarf also immer einer klaren Beschreibung

Carbonbeton umfasst mehrere technische Disziplinen!

Könnte man deren verschiedene Begriffs-Welten
nicht etwas besser zusammenführen,
so dass die gemeinsam zu verwendenden Begriffe mehr
Klarheit bei technischen Fragestellungen und Projekten bieten?

Packen wir's an, mehr Klarheit zu bekommen !

Wir haben es im Bauwesen mit Verbundwerkstoffen (Faserbeton, CFK-Lamelle) und Werkstoffverbunden (Beton mit Gitter) zu tun.

Wir müssen also unterschiedliche Werkstoffe modellieren !

Der Carbonbeton macht dies vor.

Es ist selten gut, später daran zu sein !



Es ist selten gut, später daran zu sein !

*Wenn wir etwas früher gewesen wären, würde ich wohl nicht hier stehen sondern **unten** in der Schlucht liegen.*



Bhutan,
Ostern 2012
7.28 Uhr ++

*Dies war einmal
die O-W-
Magistrale von
Bhutan.
Bis vor einer halben
Stunde vor unserem
Eintreffen !*

Rechtzeitig ein Begriffs-Babylon verhindern
bei der Einbringung von z. B. weiteren Fasern im Bauwesen.
Das ist mein Anliegen!

Keep in mind !

All is difficult prior to becoming simple!

[Moslik Saadi]