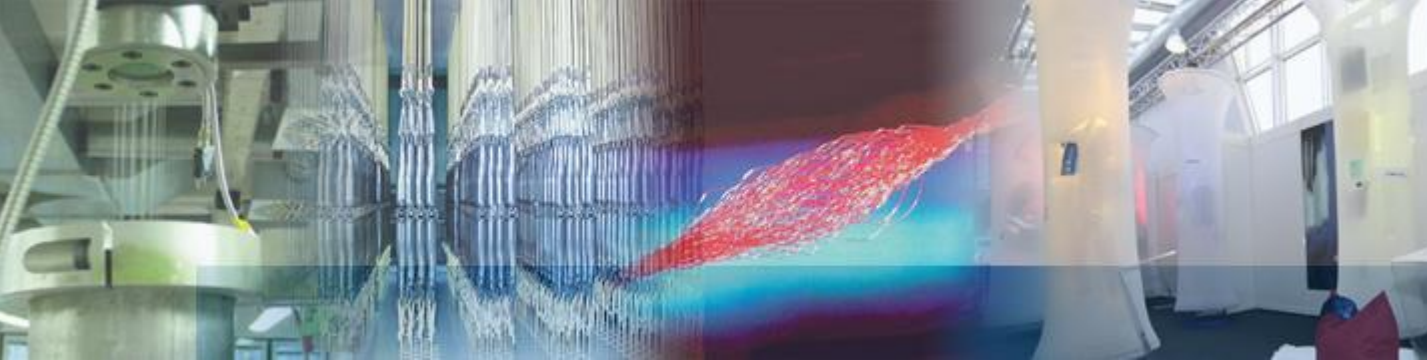




Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf

Flechtpultrusion & Flechtentwicklungen am ITV Denkendorf

markus.milwich@itv-denkdendorf.de

<http://www.itv-denkdendorf.de>

Flechtkolloquium 2014, HS Niederrhein, 7 November 2014



Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF) Europas grösste Textilforschungseinrichtung



1

Institut für Textil- und Verfahrenstechnik



Institut für Textilchemie und Chemiefasern



Zentrum für Management Research



4

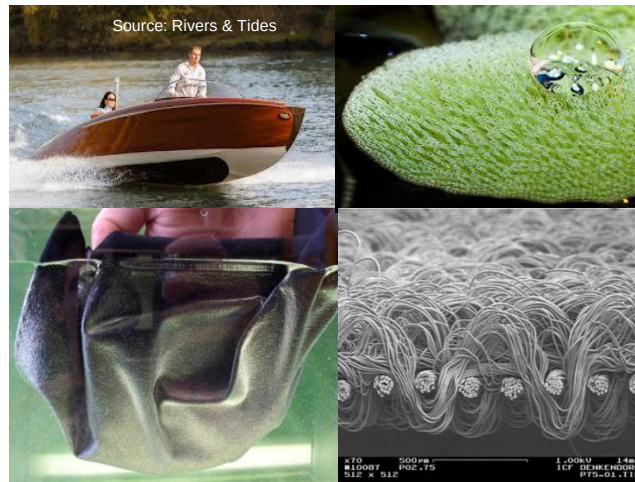
ITV Denkendorf Produktservice GmbH





Heute

Energieautarke Gebäude mit flexiblen Solarzellen und Thermalkollektoren (ca. 70% Effizienz)



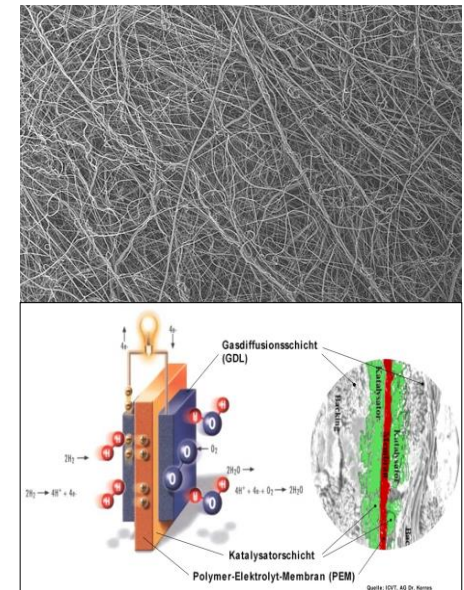
Ausblick

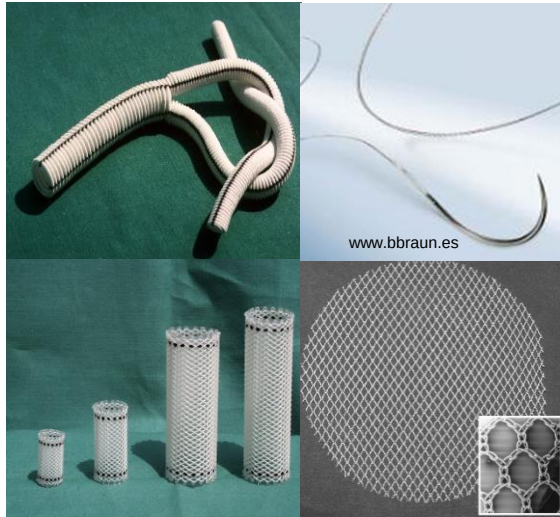
Bionische lufthaltende Textilien

→ 10% Energieeinsparung

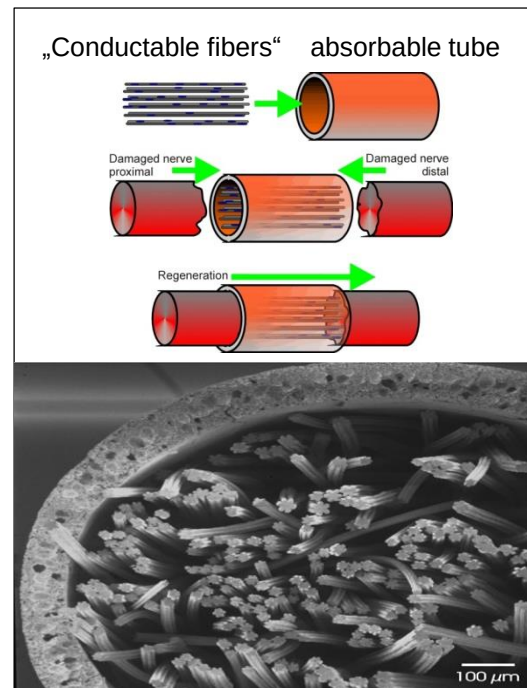
Zukunft

Textile Membranen für Brennstoffzellen





Heute Medizinische Implantate



Ausblick Nervenregeneration

Zukunft Biohybride Herzklappe





Heute

Ins T-Shirt integrierte Sensoren überwachen die Lebensfunktionen des Feuerwehrmanns

Ausblick
Überwachung von Bauwerken
durch integrierte Sensoren



Zukunft

Selbstadaptive Bauwerke reagieren auf Veränderungen der Umweltbedingungen

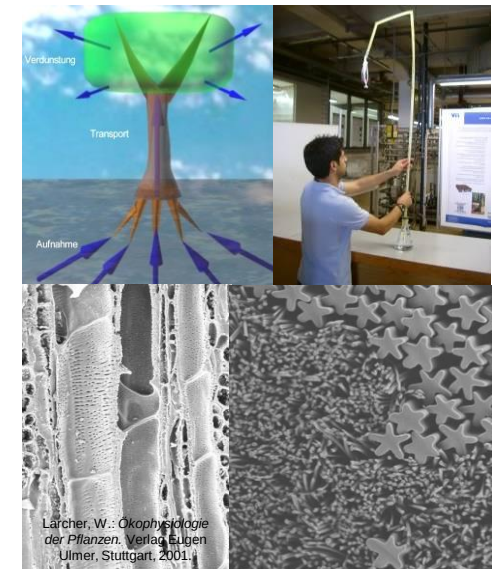




Heute Nebelfängertextilien in der Wüste

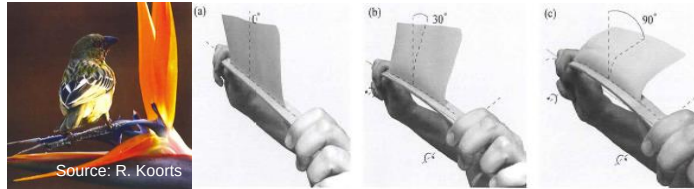


Ausblick
Verbesserte Kläranlagentechnik
durch textile Werkstoffe als Träger
für die Mikroorganismen



Zukunft
Energiearme, bionische Wasser-Transportsysteme

Emotionalität und Funktionalität

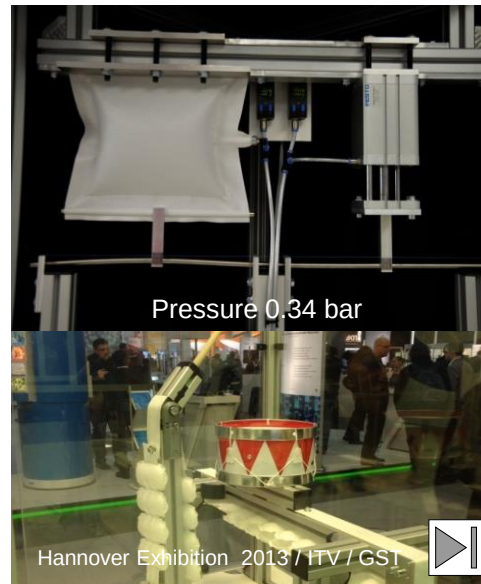


Heute
Flectofin, eine bionische
gelenklose Verschattung



Facade of the thematic pavilion EXPO 2012 in Yeosu, KR

Ausblick
Energie- und
Gewichtseinsparungen durch
textile Aktuatoren



Zukunft
Gecko-Fuss inspirierte selbstklebende
Textilien / Fixier- und Haltesysteme



Source: <https://de.wikipedia.org/wiki/Spider-ManC>



Source: Prof. Dr. Stanislav N. Gorb, University of Kiel

Zunehmende Nutzung von Textilien in der Faserverbundtechnik



A 380
[Airbus]



Prepreg-Tape-
Legen
[Premium Aerotec]



- Autoklav
- Out-of autoklav
[Premium Aerotec]

Vorteile Prepreg

- bessere in-plane Kennwerte
- geringere Kennwertstreuung
- Berechenbarkeit



BMW Project i
[Quelle: Auto Motor Sport]



BMW Seitenwand
Multiaxiallege



Hochdruck-RTM

[Quelle Dieffenbacher/
Krauss Maffei]

Vorteile Textilien

- besseres Crashverhalten
- Schnellere, kostengünstigere Produktion, Serienfähigkeit

Weitere Potentiale der Textilien: Funktionsintegration

Forschungscampus Universität Stuttgart ARENA2036: Leichtbau durch Funktionsintegration

- ❑ **Integration von smarten Funktionen nicht nur ins Bauteil sondern direkt ins Textil**
 - System-Monitoring, Zustandsüberwachung
 - Passive/aktive Vibrationsdämpfung, Formadaption & Lärmreduzierung (Piezos)
 - Beleuchtung, Kommunikation
 - Energy harvesting: Wärme, Photovoltaic, Piezofasern, Thermoelektr. Generatoren
- ❑ **Integration der smarten Funktionen in die Faser**
 - Neue Faserentwicklungen z.B. Bi-Komponenten-Fasern
- ❑ **Harzsysteme mit Zusatzfunktionen**
 - Sensorfunktionen, elektrische Leitung über CNT's, elektr. Anschluss übers Textil
- ❑ **Lernen von den natürlichen Vorbildern mit optimierter Topologie**
 - z.B. Prof. Mattheck, KIT: Soft Kill Option („komplexe Fachwerkkonstruktionen“)

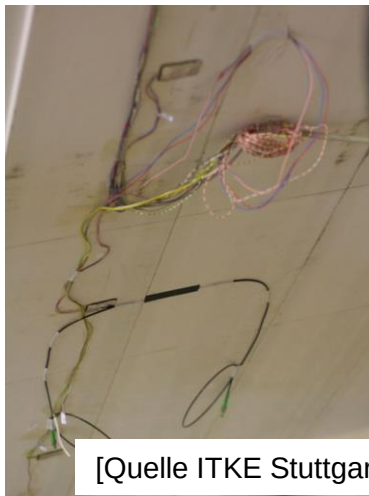
System Monitoring als Schlüssel zur Gewichtsreduktion

ITKE Friedberg Brücke mit pultrudierten Profilen



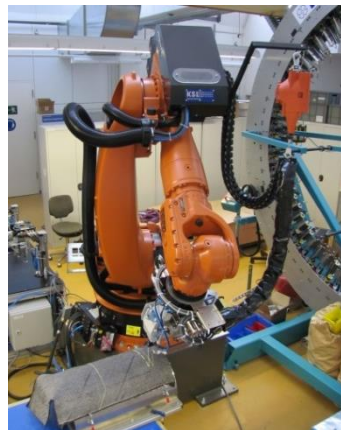
[Quelle ITKE Stuttgart]

System-Monitoring mit Glasfasern und Dehnmessstreifen



[Quelle ITKE Stuttgart]

Ziel: Entwicklung neuer / kosten-günstiger (→ textiler) Monitoring-Technologien, Sensoren direkt in das Textil integriert



Projekt Sensor-Pultrusion
(Röchling, Saertex, BAM, Fiberware ITKE, ITV)

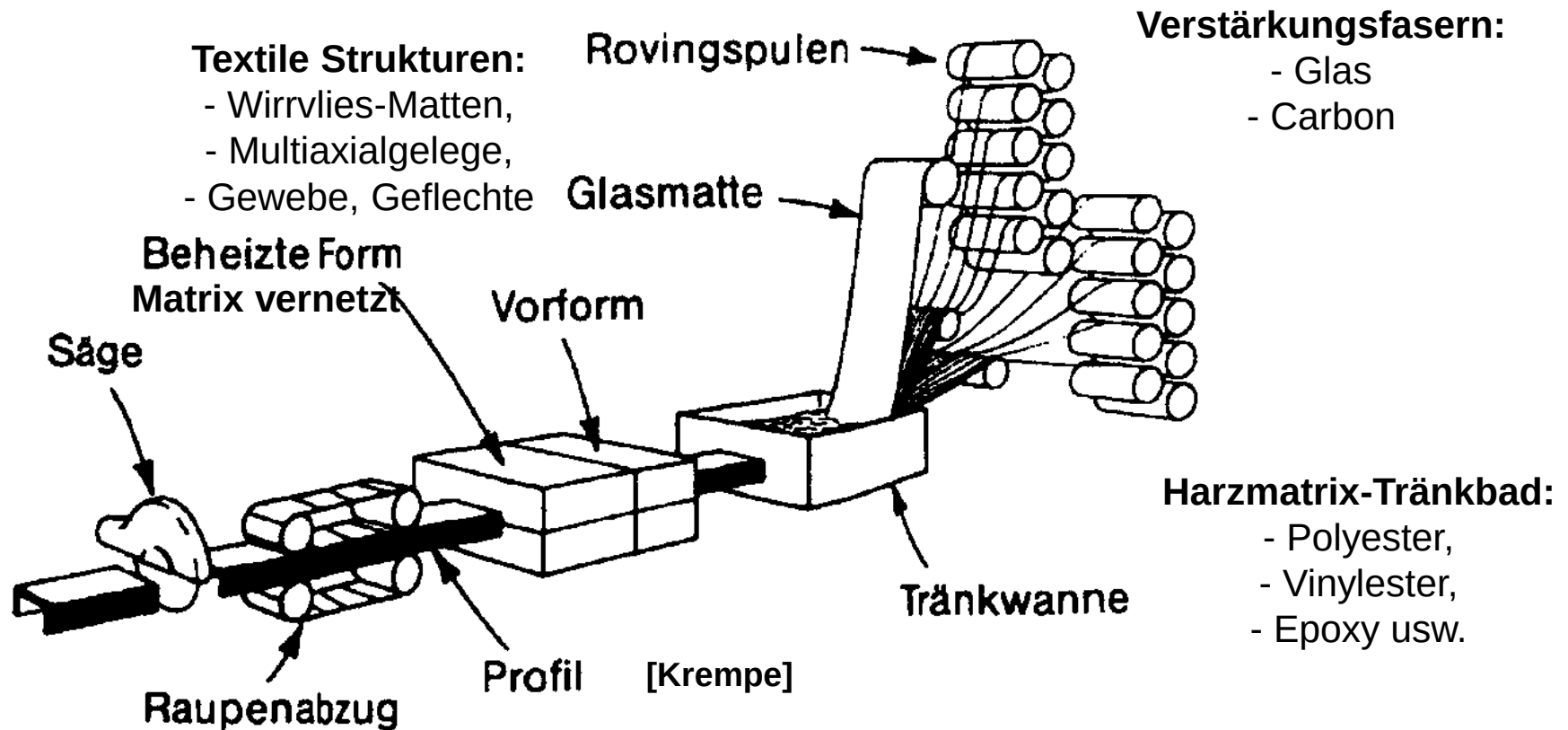


[Quelle BAM]

Pultrusionsverfahren (Duroplast)

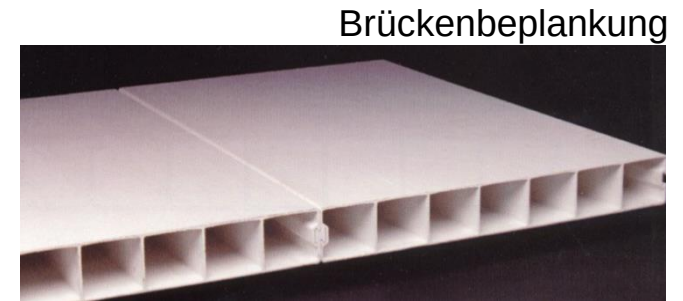
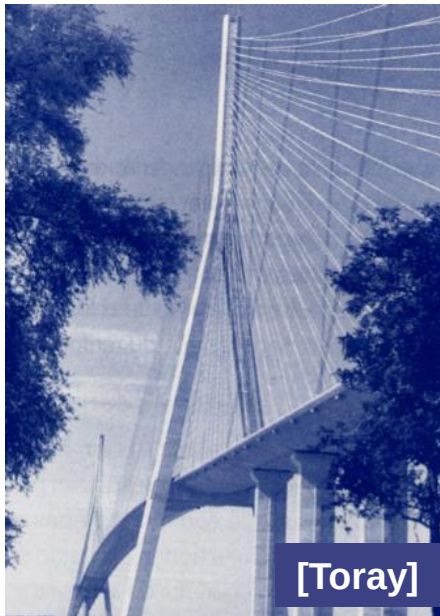
Pultrusionsverfahren zur Kostengünstige Herstellung längsgestreckter Profilen

- Faserverbundbauteile von der Faser bis zum fertigen Bauteil auf nur einer Anlage: günstiges Verfahren
- Duro-/Thermoplastmatrices, großserientauglich



Steigender Bedarf nach Faserverbund-Profilen

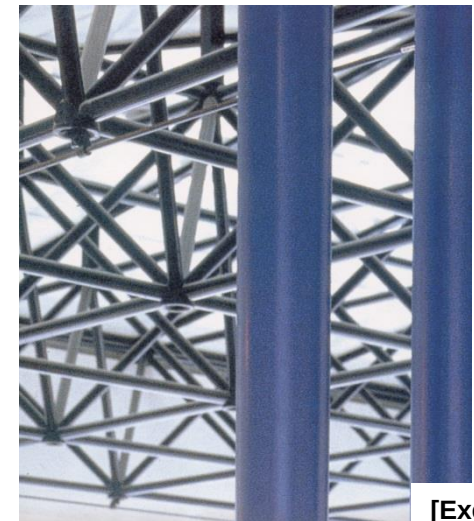
Steigender Bedarf an längsgestreckten Profilen



[Bekaert/Röchling]



Zugverkleidungsteile



Leichte Dachkonstruktionen

Schwingungsdämpfung: Bionischer Leichtbau

Problemstellung



Geringeres GFK/
CFK-Gewicht:
geringere Massen-
dämpfung

- Dröhnen
- Aufschwingen

Biolog. Vorbild Schachtelhalm



Abstraktion

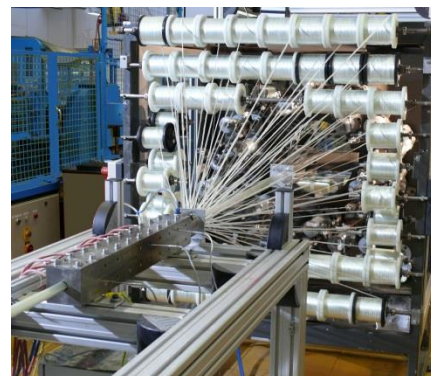
Sandwichstruktur
für Bauteile/
Profile mit
kreisförmigem
Querschnitt

Opt. Fasergehalt
Aussen -Innen

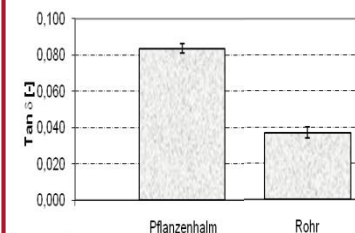
Technische Umsetzung



Herstellung des
„technischen Pflanzen-
halms“ über patentierte
ITV Flecht-
Pultrusionstechnik



Mechan. Eig. Anwendungen



Burj Khalifa

Technischer.
Pflanzenhalms
für die Beton-
verstärkung,
Feuerschutz
durch Kühl-
kanäle

Einleger/Profile mit thermoplastischer Matrix

Vorteile der Thermoplastischen Matrix

- **Energieeffizienz**
- **kein Härtingsprozess, d.h. schnelle Produktion**
- **Form durch Erwärmen/Aufsachmelzen der Matrix veränderbar**
- **Schweisbar**
- **Zähigkeit**
- **wenig Wasseraufnahme, d.h. Haftungsprobleme**
- **Recycling**
- **Schwingungsdämpfung**

Nachteile der Thermoplastischen Matrix

- **Thermoplaste Kriechen unter Dauerbelastung**
- **Schwierige Tränkung der Fasern mit der zähflüssigen Matrixschmelze**

Thermoplastische FVK: DLFT oder Spritzguss mit Endlosfaser- oder Textileinlegern

Spritzgießen

- Hohe Produktivität und Wirtschaftlichkeit
- I.A. keine Nacharbeit der Teile notwendig
- eher geringere mech. Eigenschaften

Höhere mech. Eigenschaften durch Einbringen von endlos langen (bauteillangen) Fasern in einer definierten Ausrichtung und Struktur (Gewebe, Gelege, Matte).

Fiberform (Kraus Maffei):

Kombination von Spritzgießen (glasfaserverstärkten Polyamid) mit dem Thermo-Umformen von vorgewärmten Organoblechen (plattenförmige Textil/Thermoplast-matrix-Halbzeuge) in einem Arbeitsschritt

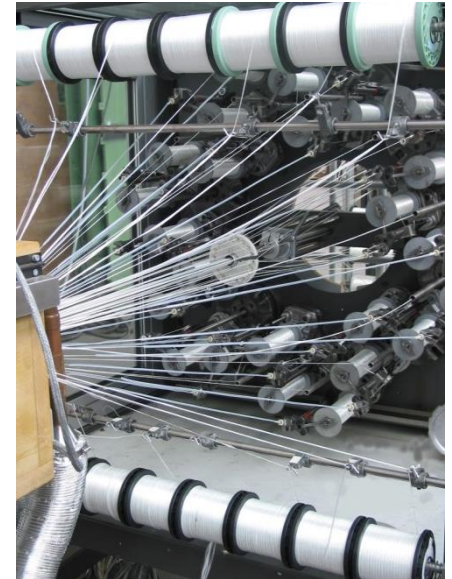
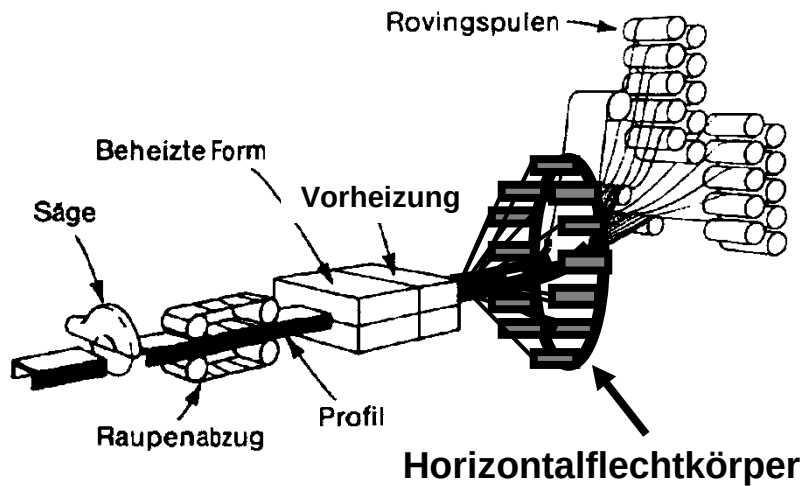
[Quelle: Krauss-Maffei]



ITV: Herstellung von Endlosfaser-Einlegern mittels Pultrusion

ITV-Thermoplast-Pultrusion für gerade Profile

Helixförmig verlaufende Fäden mit einstellbarem Kreuzungswinkel halten die Struktur zusammen und erhöhen die Torsionsstabilität



Zukünftiger hoher Bedarf nach gekrümmten & nachgeformten Faserverbundprofilen

- Profile mit Duro-/Thermoplastmatrix
- Crash Profile



[Fiberline Composites]

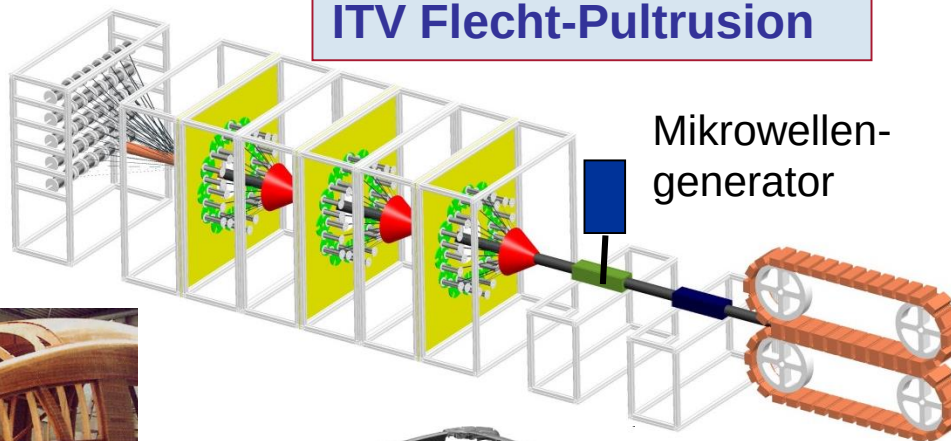


[Airbus / CTC Stade]

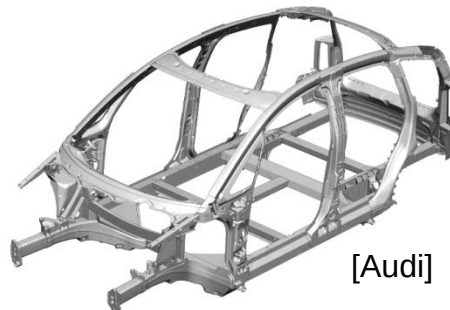


[Gaugler&Lutz]

ITV Flecht-Pultrusion



Mikrowellen-
generator



[Audi]



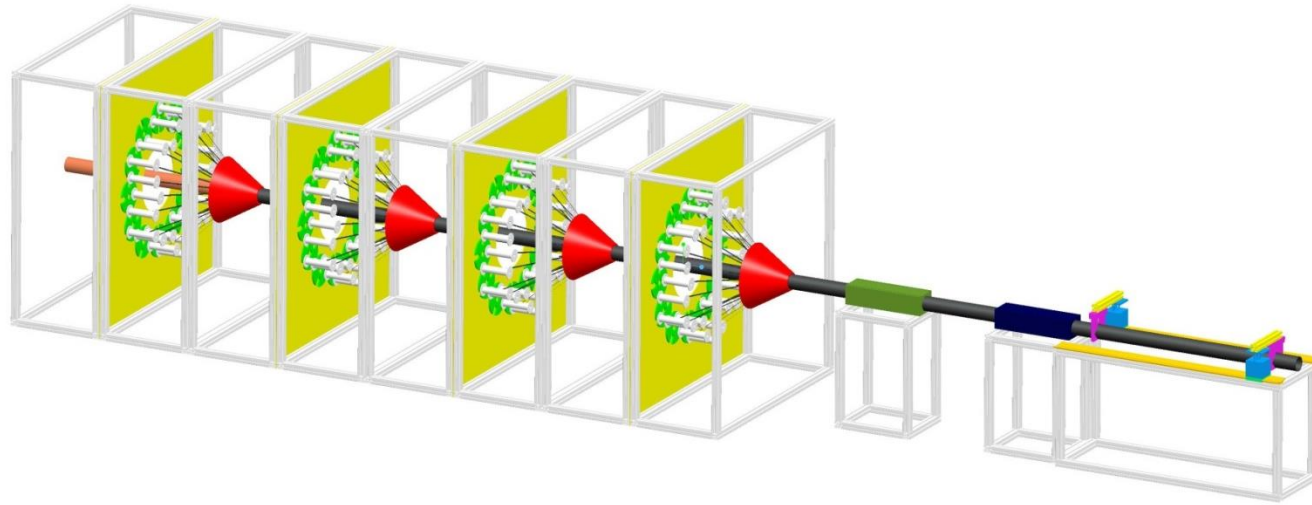
Spritzguss-Einleger für
semistrukturale Bauteile

ITV/KIT/SGL Carbon
**Mikrowellen-
pultrusion**

- energiesparend
- nachverformbar



Projekt T-Pult: Flechtpultrusion, Thermoplastmatrix, 4 Flechtmaschinen in Reihe

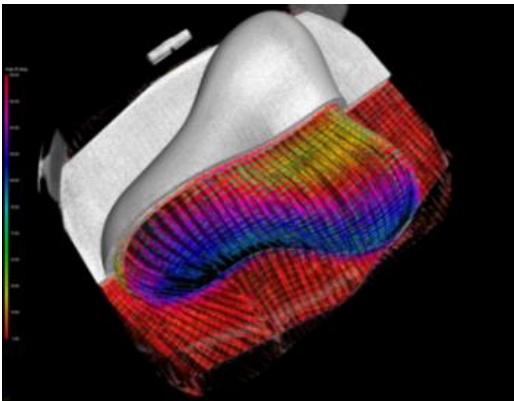


Projekt T-Pult: Prozess- und Bauteilsimulation

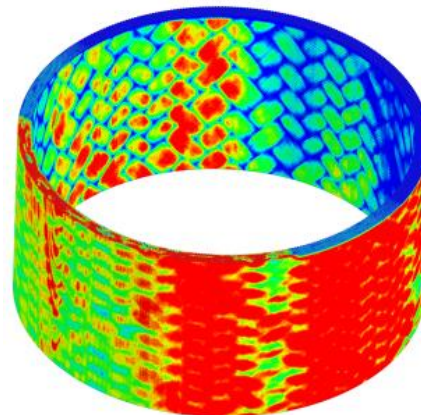
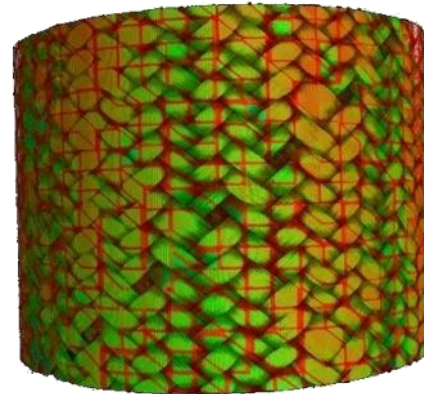
CT-Daten-Gewinnung



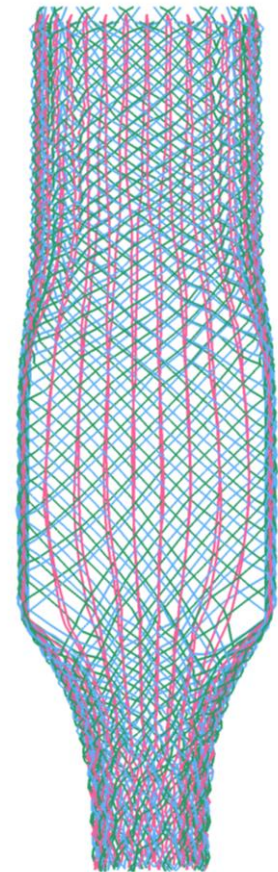
ITV- μ -CT



Mappen der CT-Daten auf
das LS-DYNA Modell



Simulation Prozess
und Bauteil

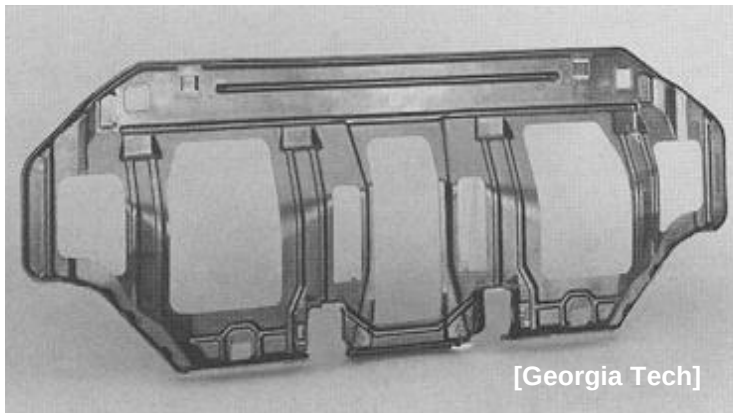


[Quelle: Volume Graphics, Dynamore]

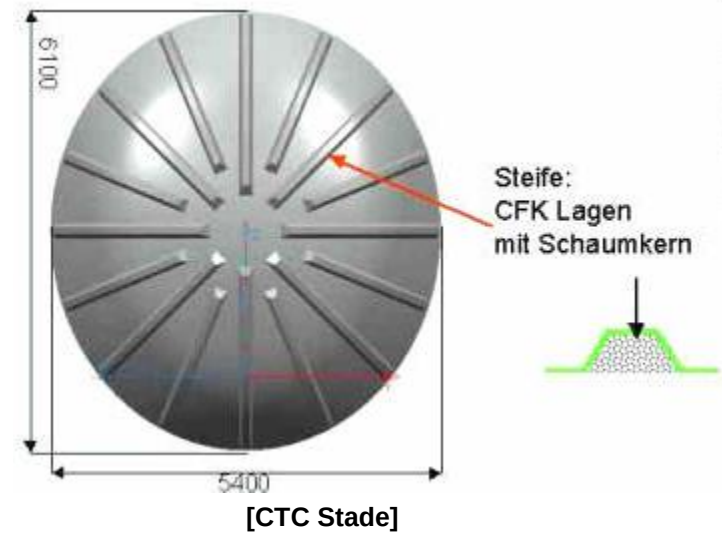
Zunehmender Bedarf an gekrümmten Profilen



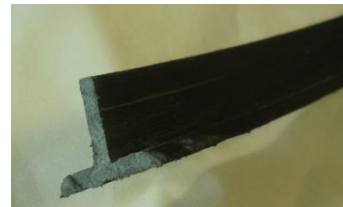
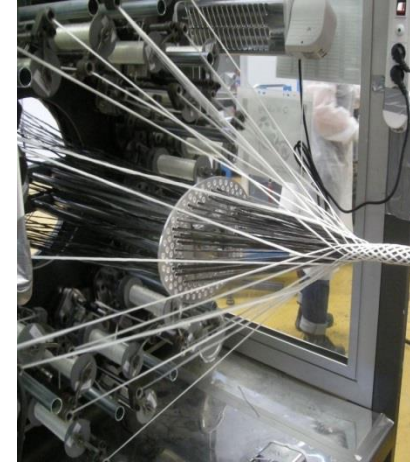
Stossfänger Honda Accord



Rücksitz-Automobil



Pultrusion gekrümmter Profile: ITV / Fibre Bremen



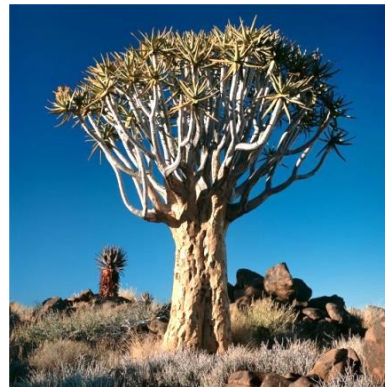
**ITV: Pultrusion von O- und T-
Profilen mit thermo-
plastischer Matrix:
Nachverformbarkeit!**

Projekt Verzweigungen

Übertragung bionischer Bauweisen und Faserverläufe in die Technik:
geflochtene Verzweigungen:

Projektpartner Plant Biomimetics Group Uni Freiburg, Botanischer Garten u. ILK Dresden, ITV

Bionische Vorbilder



[Quelle: www.wissenschaft-online]

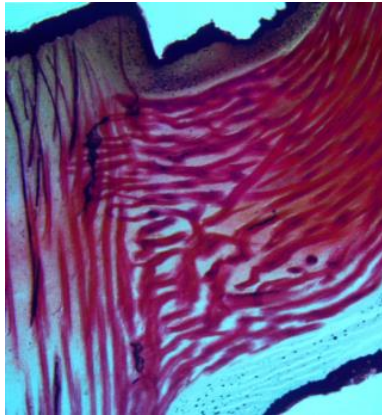


Anwendungsfelder

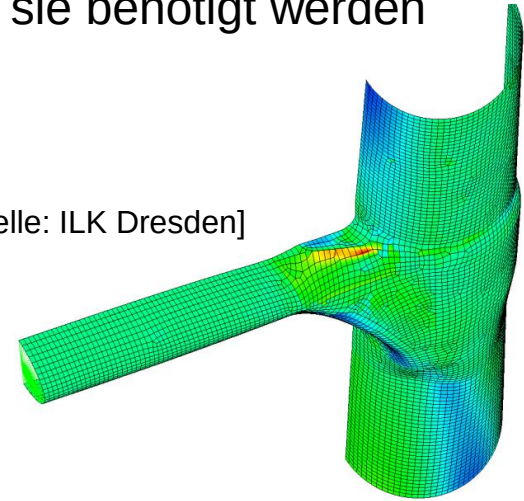


Projekt Verzweigungen

Ziel: Gestreckte liegende Fasern & Fasern nur da, wo sie benötigt werden



[Quelle: ILK Dresden]

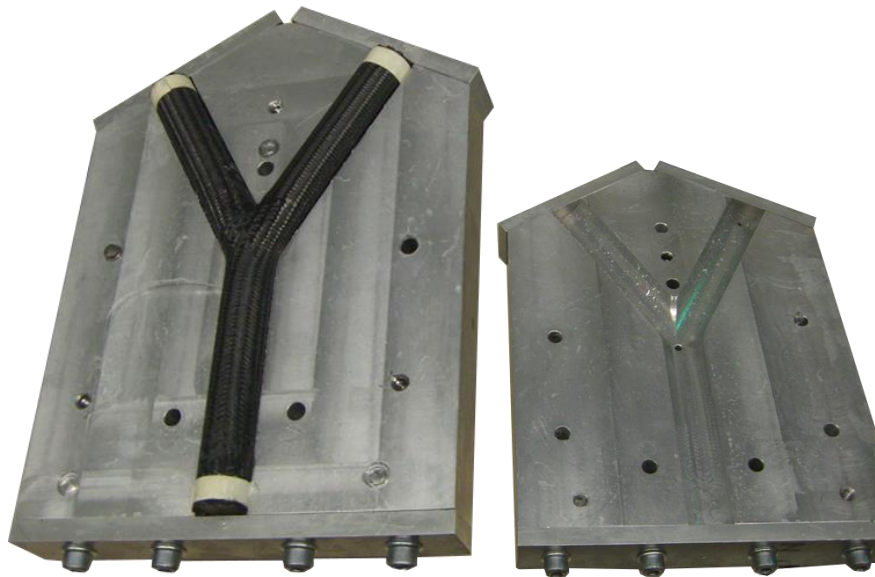


Verzweigungen: Harzimpregnierung u. Prüfung

VaRTM

Versiegelung des
Kerns mit Silikon

Entgasen der
Matrix



Torsions
prüfung

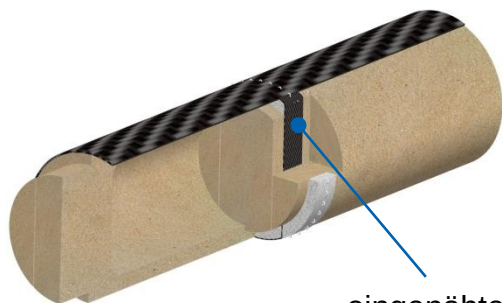
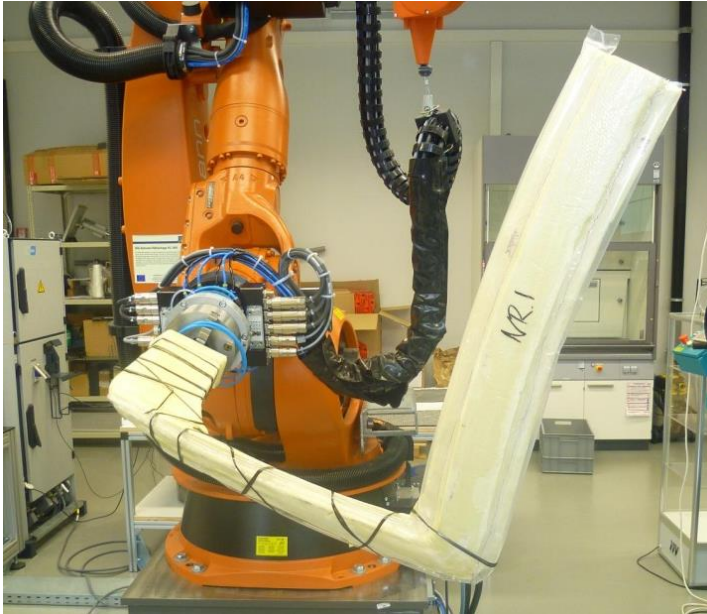


Druck-Spreiz-
Prüfung



Projekt: Nodien-Verstärkung von längsgestreckten knickgefährdeten Automobilstrukturen

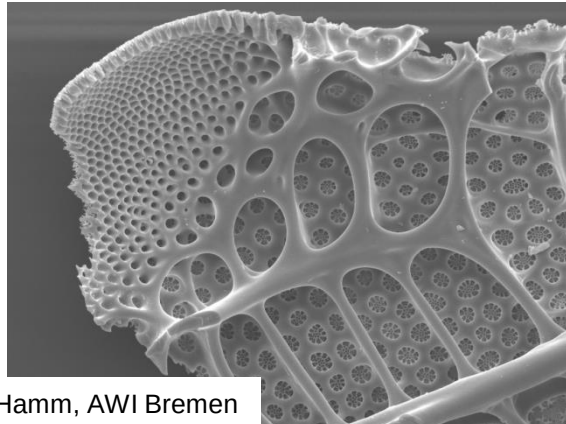
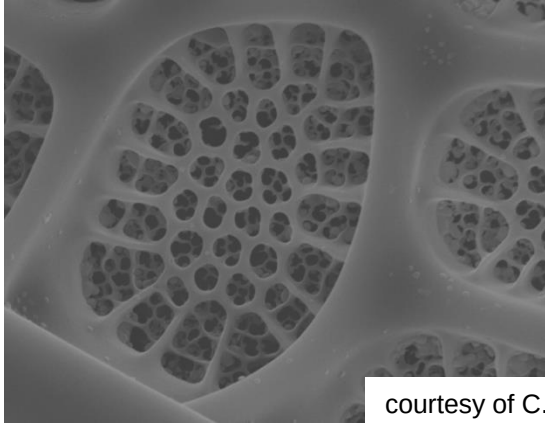
Projektpartner: Fa. Ammann, Fa. CX, Fa. Roding, LCC München, ITV



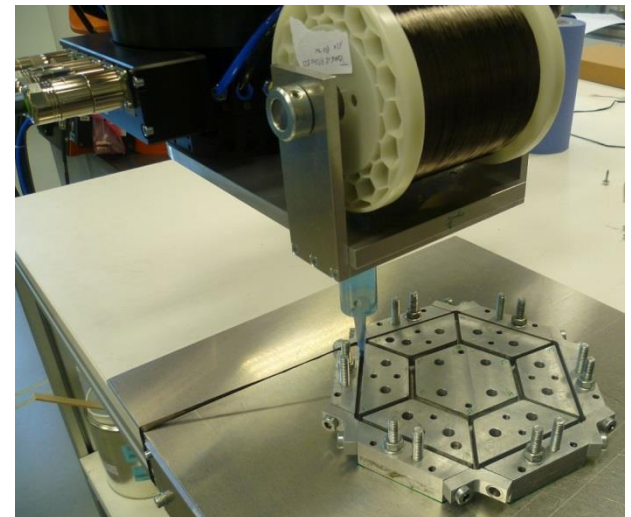
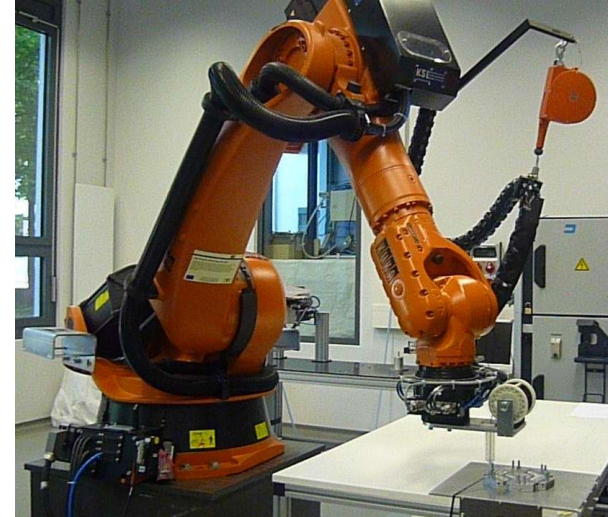
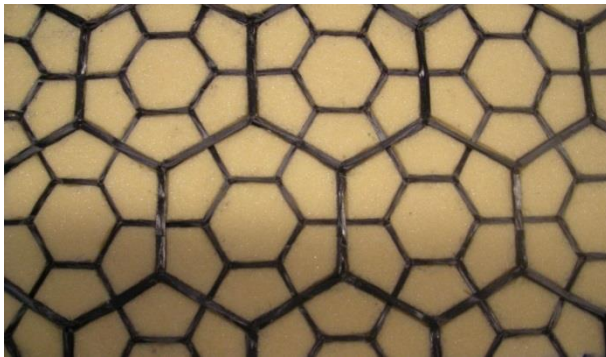
eingenähte
Nodie



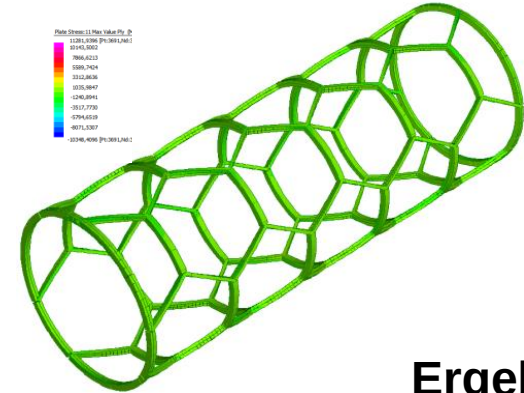
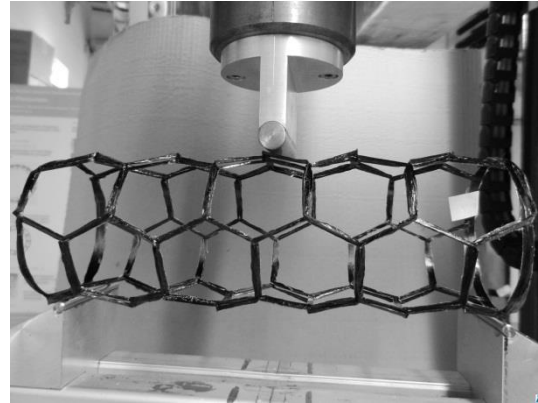
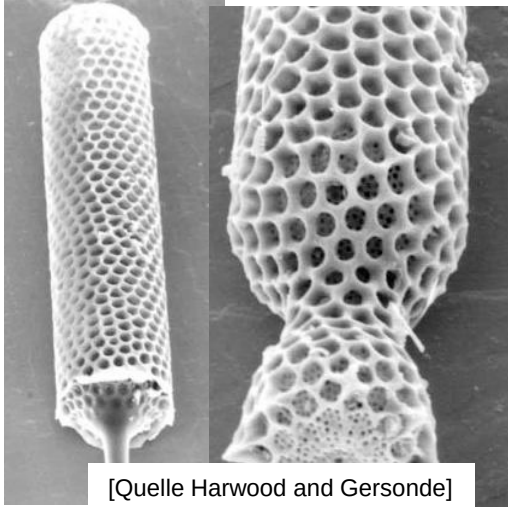
PlanktonTech: Herstellung hierarchischer Strukturen mit dem ITV-Faser-Placement Roboter



courtesy of C.Hamm, AWI Bremen



Leichtbau-Roboterarm: Vergleich: PlanktonTech $\leftrightarrow$ DLR Rotex Arm

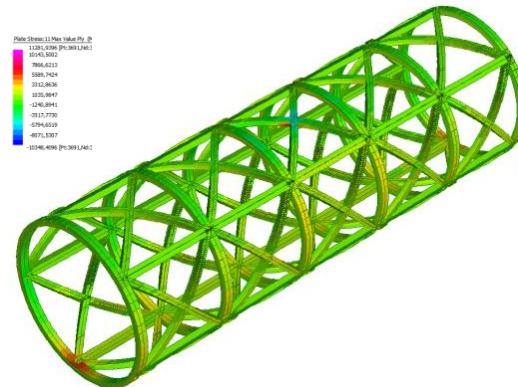


Ergebnis:
PlanktonTech-Roboterarm
erzielt höhere gewichts-
bezogene Steifigkeit wie
der DLR Roboterarm



[Quelle DLR Stuttgart]

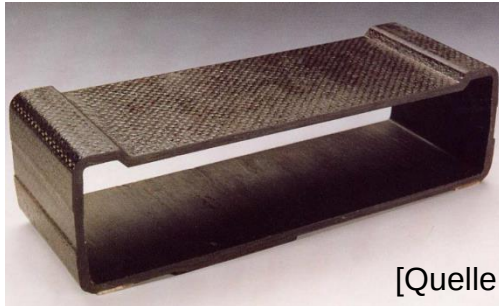
DLR-Rotex Roboterarm



Zukunft: SmartStiff:
Geschäumte, druckbeaufschlagte Kerne
in Verbindung mit Flecht- und
Plankton-Strukturen

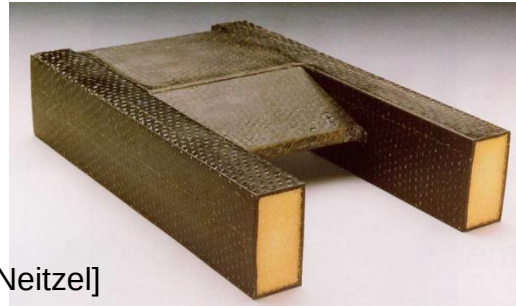
Projekt Druckschäume, Turgorschäume

Projektpartner: Fa. Bionic Composites/Hydroflex & ITV



[Quelle Neitzel]

*Konventionell geschichtet
aufgebautes Maschinenbett
in hochsteifer Faserverbund-
bauweise*



*FVK-Maschinenbett mit
Schaumkern: 20% Gewichts-
reduktion gegenüber
monolithischer Bauweise*



Surfboard „Hydroflex Supercharger“
Schaumkern druckbeaufschlagbar

