

# CARBON COMPOSITES MAGAZIN

Die Mitgliederzeitschrift des CCeV

Ausgabe 2 | 2016  
ISSN 2366-8024



**ECCM17: Meeting Point München**  
**Neues aus dem Netzwerk**  
**CCeV-Jahresthema Recycling**

# INHALTSÜBERSICHT

Liebe Leserinnen und Leser,

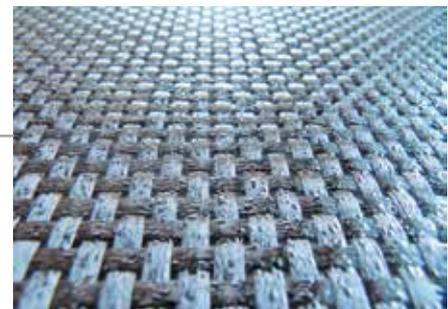
im Carbon Composites Magazin finden Sie zunächst Neuigkeiten und Interessantes aus dem CCeV-Netzwerk. Dann berichten CCeV-Mitglieder aus der Praxis zum jeweiligen Jahresthema. Die weiteren Kapitel sind thematisch entsprechend der Produktionskette geordnet: Auf ‚Auslegung & Charakterisierung‘ folgt ‚Fertigung & Bearbeitung‘, den Abschluss bilden aktuelle Beiträge aus carbonrelevanten ‚Branchen & Querschnittsthemen‘. Viel Vergnügen und fachliche Inspiration beim Blättern und Lesen wünscht

Die CC Magazin-Redaktion

- 4 Ganz persönlich: Lars Windels, SWMS GmbH zum „Netzwerkerleben“ im CCeV
- 5 European Conference on Composite Materials ECCM17 in München

## NETZWERK

- 8 Neunte Mitgliederversammlung des Carbon Composites e.V.
- 9 Auftaktveranstaltung der Abteilung CC West im Carbon Composites e.V.
- 9 Gold Label erneuert
- 10 Wissenschaftler der TU Dresden gründen Forschungszentrum für Kohlenstofffasern
- 11 CCeV-Thementag zum „Tailored Fiber Placement“ beim Innovationspreisträger IPF
- 12 Vierte Fachtagung der Topocrom GmbH in Überlingen
- 13 CCeV-Gemeinschaftsstand auf der Hannover Messe
- 14 Gemeinsame Veranstaltung zum Thema CFK im Bauwesen in Dresden
- 15 Bruchkörper in der Textilbetonbemessung
- 15 Öffentlichkeitsarbeit leicht gemacht
- 16 CCeV-Arbeitsgruppe Werkzeug- und Formenbau trifft sich
- 16 CC Austria erweitert Aktivitäten und erhöht Mitgliederzahl
- 17 Carbonausstellungen als Besuchermagneten
- 17 Gemeinschaftsstand auf der Swiss Plastics Expo 2017
- 18 CC Austria und CCeV beteiligen sich an SALTEX in Dornbirn
- 18 Neue CCeV- und Abteilungsmitglieder
- 19 Haufler Composites GmbH & Co. KG erweitert Angebot



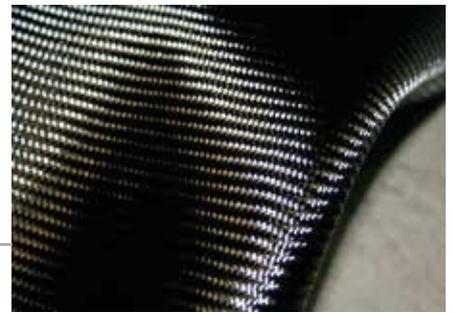
## JAHRESTHEMA RECYCLING

- 21 Überblick zur aktuellen Lage beim Recycling von Carbonfasern
- 23 Recyclingkonzepte für hybride Strukturen
- 24 STFI entwickelt kompostierfähige Composites für Automobile
- 25 Untersuchung zu Faseremission und -dünnung beim Brand von CFK
- 26 Recycling faserverstärkter Kunststoffe in Verbundbauteilen
- 27 CF100 – Lasertechnik entfernt Fremdfasern aus Carbonfaserzyklaten
- 28 Neuartige Organobleche aus recycelten Kunststofffasern
- 29 Recycelte Carbonfasern ebnen den Weg für kostengünstige Leichtbau-Strukturen
- 30 Neues Verfahren zur Herstellung lastpfadgerechter Preforms



## AUSLEGUNG & CHARAKTERISIERUNG

- 32 Geometriegestaltung und Formfindung von CFK-Bauteilen
- 34 Rückführung von Fertigungswissen als zentrales Mittel der Prozessoptimierung
- 34 Anlagentechnik zum Herstellen vorimprägnierter thermoplastischer Tape-Halbzeuge
- 36 Punktförmiges Verbinden von tragenden Sandwichstrukturen
- 37 Wetmolding und FiberForm zur Herstellung faserverstärkter Kunststoffbauteile
- 38 Effiziente Herstellung von Kohlefasern mittels Mikrowellenplasmen
- 39 Mischen mit Ultraschallkavitation im Niederdruck-RTM-Verfahren
- 40 Cavus-Produktionstechnologie für die Fertigung von komplexen strukturellen Faserverbund-Hohlbauteilen



## FERTIGUNG & BEARBEITUNG

- 42 Firmen- und aufgabenspezifische Nesting-Software verringert Prepreg-Verschnitt
- 43 Belastbare, korrosionsfreie Direktverschraubung in CFK-Bauteilen
- 44 Ultraschallprüfsysteme zur zerstörungsfreien Stoffkontrolle
- 45 Weiterentwickelte A.S.Set-Technologien erreichen Serienreife
- 46 Spiralbänder für Brems- und Schleifscheiben in Faserverbundbauweise
- 47 Innovative Legetechnologie für thermoplastische Faserverbunde
- 48 „Laboratory“ – neues Kompetenzzentrum in Sachen „Composites“
- 49 FR 100 Fräser für die Bearbeitung von CFK- und GFK-Bauteilen



## BRANCHEN & QUERSCHNITT

- 51 Medizin: Röntgentransparenter Aneurysmen-Clip macht Titan Konkurrenz
- 52 Medizin: Strahlendurchlässige Schrauben aus Carbon/PEEK
- 52 Medizin: Neu entwickeltes drehergewebtes Gelege für Patientenliegen
- 54 Automobil: Sensorversehenes Fahrzeug aus sechs Teilen und superleichte Felge
- 55 Automobil: Schweizer Hitzeschutzschild für Porsche 918 Spyder
- 56 Automobil: Porsche baut auf punktgenauen Fräsprozess
- 57 Automobil: Komplexe Carbon/PA6 Hybridgarn-Strukturen im Tailored Fibre Placement Verfahren
- 58 CC Tudalit: Basaltfaseranwendungen für die Betonbewehrung
- 59 CC Tudalit: Effiziente und verankerungsgerechte Gestaltung von Textilbetonbewehrungen
- 60 Ceramic Composites: Dreidimensionale Kurzfasern-Preformen und Keramisierung im Flüssigsilizierverfahren
- 61 Mitgliederlogos
- 62 CCeV-Mitglieder im Heft
- 63 Impressum



# GANZ PERSÖNLICH

Lars Windels vom Softwareunternehmen SWMS zum „Netzwerkerleben der SWMS“ im CCeV und der Regionalabteilung CC West



## **Die Regionalabteilung CC West vernetzt Unternehmen und Institutionen aus den nördlichen und westlichen Teilen Deutschlands und bietet eine fruchtbare Plattform für die Stärkung und Bündelung regionaler Kompetenzen rund um das Thema Carbon Composites.**

Seit nun genau 20 Jahren entwickelt und vertreibt die SWMS innovative, auf den Anwendungsfall abgestimmte Softwarelösungen im CFK-Umfeld. Mit aktuellstem technischem Ingenieur-Know-how sorgen wir für integrierte und automatisierte Geschäftsprozesse. Durch den Einzug von Industrie 4.0 verändert sich vor allem die Informationstechnologie bzgl. der Bereitstellung von automatisierten Lösungen für die Fertigung von auf CFK basierten Bauteilen nachhaltig.

Was derzeit als Industrie 4.0 in aller Munde ist, beschäftigt sich mit der Transformation von bislang autarken mechanischen und elektrischen Komponenten zu komplexen Systemen. Diese kombinieren Hardware, Software, Sensorik, Aktorik und Vernetzung zu völlig neuartigen intelligenten und vernetzten Produkten. Die technische Möglichkeit birgt einige strategische Herausforderungen: Unternehmen müssen ihre gesamte Wertschöpfungskette überdenken, von der Produktentwicklung über die Fertigung bis hin zum Betrieb und zur Instandhaltung. Wo entsteht zukünftig Wertschöpfung? Wie kooperiere ich mit neuen Partnern? Wie sieht zukünftig mein Geschäftsmodell aus? Bis hin zu pragmatischen Fragen: Wie profitiere ich von den neuen Technologien? Wie sieht die nötige IT-Infrastruktur aus?

Gerade durch die Vielzahl der beteiligten Disziplinen bei der Einführung innovativer Herstellungsprozesse von CFK-Komponenten gemäß des Industrie 4.0-Ansatzes, ist ein starkes Netzwerk wie der CCeV prädestiniert, bei den steigenden Anforderungen an die einzelnen Unternehmen Hilfestellung zu leisten. Sei es zum Beispiel durch die gezielte Vernetzung geeigneter Netzwerkpartner oder durch die aktive Mitarbeit an themenbezogenen Arbeitsgruppen. Der CCeV bietet viele Ansätze und Möglichkeiten, um die Fragen, die sich einer modernen Fertigung stellen, bestmöglich zu beantworten.

Jedoch ist es in einem Netzwerk so, dass nur ein gelebtes und damit auch erlebtes Netzwerk zu einem nachhaltigen Mehrwert für den Einzelnen führen kann. Das reine Konsumieren von Erfahrungen und Wissen ist nur ein Einbahndenken und lässt den Schwung und die Chancen, die ein Netzwerk bieten, schnell verkümmern. Daher mein Appell, seien Sie aktiv! Lassen Sie uns gemeinsam dieses Netzwerk leben und erleben – nicht zuletzt, um die Branche weiter voranzubringen.

Gerade die Regionalabteilung CC West benötigt Menschen, die ihre Kompetenzen dem Netzwerk bereitstellen, so dass aus Gedanken Ideen, aus Ideen Projekte und aus Projekten Produkte werden können.

Nutzen Sie die Möglichkeiten, sich einer sachorientierten Arbeitsgruppe anzuschließen, auch inhaltlich das Netzwerk aktiv mitzugestalten und damit Mehrwerte zu schaffen. Die Arbeitsgruppen zeichnen sich durch eine auf Arbeitsebene ausgerichtete Zusammenarbeit aus und lassen so Spielraum für das Einbringen auch eigener Ideen und Themen.

Wir als SWMS erleben gerade aktuell im MAI ReCar-Projekt im Rahmen des Spitzenclusters MAI Carbon die Leistungsfähigkeit des CCeV. Die positive Außenwirkung des Netzwerks sowie die im Netzwerk gebündelten Kompetenzen beteiligter Unternehmen, welche die gesamte Wertschöpfungskette der CFK-Technologie abdecken, lassen den individuellen Nutzen der Netzwerkarbeit jedes Akteurs erkennen.

Lassen Sie uns gemeinsam die Zukunft der Faserverbundwerkstoffe gestalten. Nur durch ein innovatives Miteinander kann unser Netzwerk Carbon Composites weiter erstarken und zu einem Erlebnis für uns alle werden.

### **Lars Windels**

Managing Director – PLM/CAx  
SWMS - innovative Software



## MEETING POINT MUNICH

European Conference on Composite Materials erstmals in Bayern

**Vom 26. bis 30. Juni 2016 findet im Internationalen Congress Center München (ICM) die 17te European Conference on Composite Materials (ECCM17) statt. Die ECCM17 ist die größte Fachkonferenz zum Thema Composites weltweit. Rund 1300 Besucher werden erwartet.**

17<sup>th</sup> EUROPEAN CONFERENCE  
ON COMPOSITE MATERIALS  
**ECCM17**

Zum ersten Mal tagt die ECCM in Bayern - zuletzt hatten sich die Composites-Spezialisten vor 26 Jahren in Deutschland getroffen. Den Gästen werden knapp 900 Vorträge an vier Tagen in bis zu 16 Räumen gleichzeitig gehalten. Auch das CcEV Automotive Forum 2016 findet im Rahmen der Fachkonferenz statt.

An jedem der Konferenztage gibt es eine Plenary-Lecture und mehrere Keynotes von bekannten Größen aus der Wissenschaft und Wirtschaft. Über die konferenzeigene App können die Besucher ihr individuelles Programm erstellen, damit sie keinen wichtigen Vortrag verpassen.

Im großen Foyer des ICM gibt es eine Ausstellung, an der sich folgende Unternehmen und Institutionen beteiligen: CirComp GmbH, Dassault Systemes SIMULIA Euro-Central, ESI Engineering System International GmbH, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Gom, Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH, In-

stron, KDX, KraussMaffei Technologie GmbH, Erich NETZSCH GmbH & Co. Holding KG, P+Z Engineering GmbH, Photron Europe Ltd., Shimadzu Europa GmbH, Dr. Schenk GmbH Industriemesstechnik, Taylor & Francis, TUM – LCC, MAI Carbon, Specialised Imaging LTD.

Am Welcome-Abend, dem 26. Juni, findet eine Podiumsdiskussion zu Thema „Die Bedeutung von Faserverbundwerkstoffen für die Industrie und den Wirtschaftsstandort Deutschland“ statt. Am 28. Juni wird erstmals im Rahmen der ECCM am Abend ein Student Event stattfinden, stilt im Franziskaner Biergarten. Das Gala-Dinner am 29. Juni wird als Bayerischer Abend im Hofbräuhaus gestaltet.

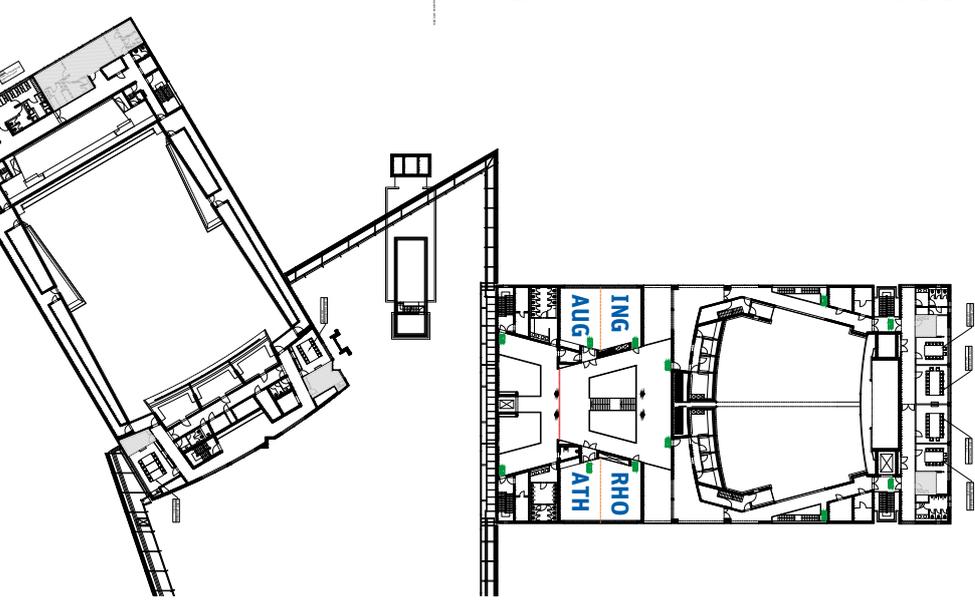
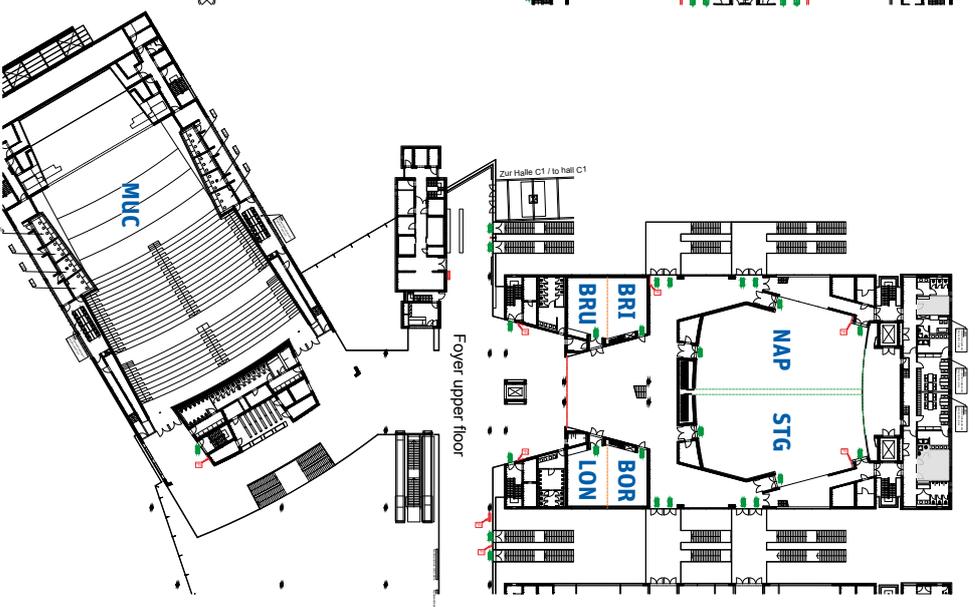
Neben den Vorträgen werden auch verschiedenste Unternehmensbesuche im Münchner Umland angeboten. Für die mitgereisten Familienmitglieder stehen zudem zahlreiche Tagesausflüge zu touristischen Attraktionen rund um München zur Verfügung.

Nähere Informationen finden sich sowohl auf der Homepage unter [www.eccm17.org](http://www.eccm17.org) als auch in der Konferenz-App.

# ECCM17 – IM INTERNATIONALEN CONGRESS CENTER MÜNCHEN (ICM)

Das ICM, direkt an der Messe, bietet die entsprechenden Räumlichkeiten und Platz für die ca. 1.300 erwarteten Fachbesucher.

Raum ID	Name
MUC	Munich
SEV	Seville
VEN	Venice
BUD	Budapest
STO	Stockholm
BIA	Biarritz
RHO	Rhodes
BRU	Bruges
BRI	Brighton
NAP	Naples
LON	London
BOR	Bordeaux
STG	Stuttgart
AUG	Augsburg
ING	Ingolstadt
ATH	Athens



ERDGESCHOSS

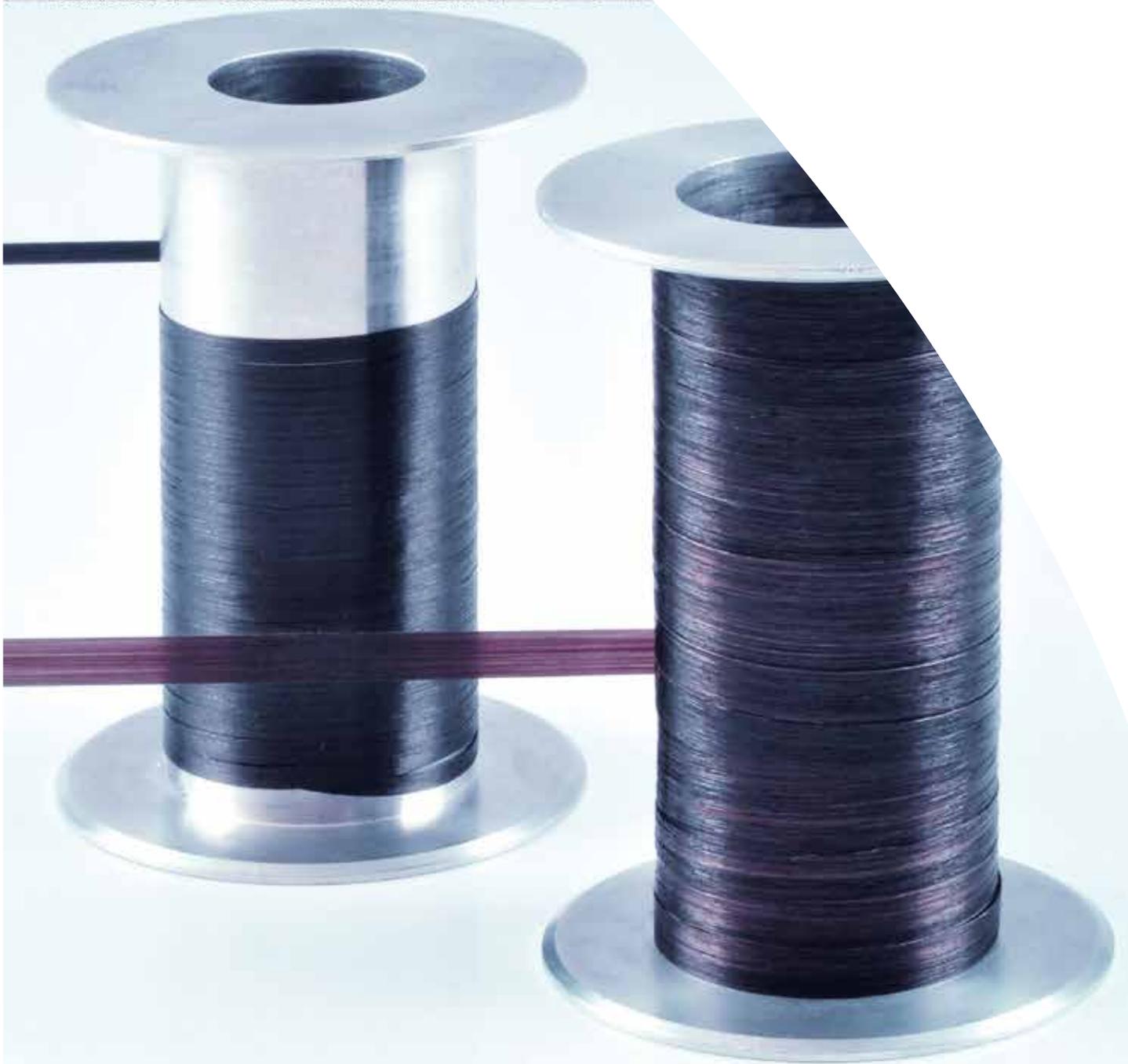
1. OBERGESCHOSS

2. OBERGESCHOSS

---

# NETZWERK

---





## VORFREUDE AUF DIE „EXPERIENCE COMPOSITES“ UND NEUE MITGLIEDER

Neunte Mitgliederversammlung des Carbon Composites e.V.

**Die neunte Mitgliederversammlung des Carbon Composites e.V. (CCeV) stand ganz im Zeichen von Innovationen und Erfolgen: Präsentiert wurden unter anderem die Möglichkeiten von Carbon im Bauwesen sowie das Konzept des Messe-Events „Experience Composites“, das vom 21. bis 23. September 2016 in Augsburg Premiere haben wird.**

Insgesamt konnte der Carbon Composites e.V. im vergangenen Jahr 28 neue Mitglieder gewinnen. Sie wurden vom Vorstandsvorsitzenden Prof. Dr. Hubert Jäger im Rahmen der Mitgliederversammlung herzlich begrüßt. Mit Daimler und Boeing hat der CCeV nun nicht nur alle deutschen Automobilhersteller an Bord, sondern auch die großen Player der Luft- und Raumfahrt.

Eine der Branchen, in der die innovativen Qualitäten von carbonfaserverstärktem Kunststoff noch bekannter werden müssen, ist die Bauindustrie. Dr. Frank Schladitz vom Cluster C3 aus Dresden schilderte die Vorgehensweise, mit der das Cluster die Baubranche für den Werkstoff Carbon begeistern möchte. Er nannte auch gleich überzeugende Gründe, warum die Kombination von Beton und Carbon im Bau und in der Sanierung verwendet werden sollte: Im Vergleich zu Stahl ist zwar der Kilopreis von Carbon höher, man braucht allerdings wesentlich weniger Carbon, um die gleiche Dichte und Zugfähigkeit zu erzielen. „Wenn

man die 24fache Leistungsfähigkeit von CFK betrachtet, dann ist Carbon im Endeffekt preiswerter als Stahl“, so Schladitz.

Das Thema Carbon im Bauwesen wird eines von mehreren sein, die bei der „Experience Composites“ im Herbst 2016 präsentiert werden: Philip Häußler von der Messe Augsburg und Daniel Ageda von der JEC Group waren gekommen, um als Partner des CCeV bei diesem Multi-Location-Event das Messekonzept vor den Mitgliedern des Vereins zu erläutern. Sie hatten auch schon die gute Nachricht im Gepäck, dass das Angebot von der Faserverbundbranche hervorragend angenommen wird. Eine Reihe namhafter Unternehmen aus dem In- und Ausland haben ihre Teilnahme an dem Event zugesagt. Unter anderem wird es einen Stand von KUKA geben, und auch die SGL Group engagiert sich auf der Experience Composites: „Als Pionier in Sachen Carbon wollen wir bei der Experience Composites auf jeden Fall dabei sein“, so Dr. Markus Partik, Standortleiter der SGL Group in Meitingen. Der Herstel-

ler von Carbonfasern, Verbundwerkstoffen und -bauteilen ist eines der Gründungsmitglieder des Netzwerks Carbon Composites e.V. und unterstützt nicht zuletzt deshalb die in Augsburg stattfindende Messe. „Der Zukunftswerkstoff Carbon hat im Süden Deutschlands eine gewachsene Heimat“, ergänzt Partik. „Darum werden wir im Rahmen des Messe-Events auch unsere Türen am Meitingen Standort öffnen und den Besuchern die Praxis der Herstellung von Carbonfaser-Verbundwerkstoffen zeigen.“

Nach dem Vortrag der Messeexperten gab es weitere Anfragen und Interesse aus den Reihen der CCeV-Mitglieder, sich diese Premiere nicht entgehen zu lassen. Zufrieden konnte Vorstandsvorsitzender Dr. Hubert Jäger die Versammlung mit besten Wünschen und der Einladung zur nächsten Mitgliederversammlung am 7. März 2017 schließen. An diesem Datum feiert der CCeV sein zehnjähriges Bestehen – die Jubiläumsmitgliederversammlung soll feierlich gestaltet werden.

# VOM FASERHERSTELLER BIS ZUM MASCHINENBAUER

Auftaktveranstaltung der Abteilung CC West im Carbon Composites e.V.

**CC Südwest ist seit Anfang des Jahres CC West: Die Regionalabteilung des Carbon Composites e.V. (CCeV) betreut nun auch Mitglieder des Vereins bis hinauf zur Nordseeküste. Rund 60 Firmen und Institutionen bilden die Abteilung, fast die Hälfte davon war der Einladung zum Auftakttreffen in Wuppertal gefolgt.**



Das langjährige CCeV-Mitglied Toho Tenax, einer der größten Carbonfaserhersteller der Welt, hatte die Abteilungsmitglieder nach Wuppertal eingeladen. Abteilungsgeschäftsführerin Dr.-Ing. Nicole Motsch freute sich über die große Resonanz der Abteilungsmitglieder in der Region CC West: „Wir wollen Ihnen eine Plattform geben, um sich einander vorzustellen und im weiteren Gespräch Anknüpfungspunkte für gemeinsame Arbeit zu finden“, umriss Dr. Motsch das Ziel der Veranstaltung. Vorab stellten sich die Abteilungsvorstände Prof. Volker Warzelhan (Vorsitzender), Dr.-Ing. Ralph Funck (CirComp GmbH) und Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer (IVW Kaiserslautern GmbH) vor. Professor Warzelhan berichtete kurz aus dem Gesamtvorstand des CCeV, wo neue Handlungsfelder für die Vereinsarbeit entwickelt wurden und wichtige gesellschaftliche Themen wie zum Beispiel „Nachhaltigkeit des Werkstoffs CFK“ bearbeitet werden.

In der Region bildeten sich drei Arbeitsgruppen (AG) für Teilbereiche der Faserverbundbranche: AG Thermoplaste, AG Bio-composites und AG Smart Structures. Diese Arbeitsgruppen treffen sich bis zu dreimal pro Jahr, um Informationen auszutauschen und neue Ansätze kennenzulernen. In gesonderten Workshops werden auch Projekte zwischen Partnern aus der CCeV-Gemeinschaft in die Wege geleitet.



„Full House“ bei Toho Tenax in Wuppertal: Rund die Hälfte der Mitglieder traf sich zur Auftaktveranstaltung von CC West im Carbon Composites e.V..

Den größten Teil der Auftaktveranstaltung nahm die Vorstellung der anwesenden Mitglieder von CC West ein: In kurzen Referaten berichteten sie über ihre Arbeitsschwerpunkte und boten sich als Partner für andere Firmen und Institutionen an. Von AFPT bis Uni Paderborn reichte das Spektrum, die Zuhörer notierten sich während der Vorträge eifrig interessante Einzelheiten. „Die Netzwerkarbeit ist eine der Hauptaufgaben, die wir in unserer Regionalabteilung erfüllen wollen“, so Dr. Motsch. „Und für alle Mitglieder wollen wir den Markt für Faserverbundwerkstoffe innerhalb des Leichtbaus noch größer ma-

chen“, ergänzte Prof. Volker Warzelhan, der die Abteilung CC West auch im Gesamtvorstand des CCeV vertritt.

Die nächsten Aktivitäten von CC West sind bereits terminiert: Auf dem CCeV Automotive Forum im Rahmen der ECCM17 Ende Juni in München wird es etliche Vorträge aus der AG Thermoplaste geben, und im September trifft sich die AG Smart Structures in Leipzig. Die nächste Abteilungsversammlung von CC West ist für den 29. September 2016 geplant. Der Veranstaltungsort wird noch bekannt gegeben.

## WEITER GOLDEN

Der CCeV und seine Abteilungen haben erfolgreich die Rezertifizierung zum „Gold Label“ abgelegt. Das europaweit durchgeführte Zertifizierungsprogramm belegt den hohen Standard, mit dem das Netzwerk seine Arbeit durchführt.



Wissenschaftler der TU Dresden gründen Forschungszentrum für Kohlenstofffasern

**Im hochinnovativen Bereich der Kohlenstofffasern – als Voraussetzung für viele Anwendungen im modernen Leichtbau – bündeln Wissenschaftler der TU Dresden ihre Kompetenzen in dem neuen Forschungszentrum „Research Center Carbon Fibers Saxony (RCCF)“. Ziel ist eine gemeinsame Forschungsinitiative im Bereich maßgeschneiderter Kohlenstofffasern für zukunftsweisende Funktions- und Strukturwerkstoffe.**

Das RCCF bündelt die an der TU Dresden vorhandenen Kompetenzen im Hochtechnologiefeld Faserverbund-Leichtbau und baut die Vorrangstellung des Leichtbaustandortes Dresden mit der Konzentration auf die zukünftig marktbeherrschende Technologie maßgeschneiderter Composites mit polymerer, keramischer und metallischer Matrix weiter aus. Dazu verbinden sich das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) und das Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) in einem Center, in dem künftig durchgängige Entwicklungsketten vom Faserrohstoff bis zum fertigen Bauteil erforscht werden.

Im RCCF soll die bisherige Forschung der beiden Institute zusammengefasst und vertieft werden. So wollen die Wissenschaftler fossile und nachwachsende Rohstoffe als Ausgangsprodukte erforschen und maßgeschneiderte Kohlenstofffasern für neue Funktionswerkstoffe entwickeln. Darüber hinaus wird der Fokus auf die Anwendung der Fasern für neuartige Struktur- und Funktionswerkstoffe gesetzt. Die Ergebnisse der Arbeiten sollen direkt in die Lehre an der TU Dresden übertragen werden. Weiterhin legen die beteiligten Institute besonderen Wert auf den Transfer der erlangten Kenntnisse in die industrielle Anwendung.

Mit Prof. Hubert Jäger ist ein weltweit renommierter Experte für Kohlenstofffasern und Faserverbund-Technologien Ende 2014 dem Ruf an die TU Dresden gefolgt und treibt seither am ILK neue Entwicklungen von Kohlenstofffasern aus polymeren und nachwachsenden Rohstoffen voran. „Mit dem Research Center Carbon Fibers Saxony bauen wir ein international anerkanntes Spitzenforschungszentrum für maßgeschneiderte Kohlenstofffasern auf. In dem Umfang und mit der Ausrichtung schaffen wir ein einmaliges Hochtechnologieclus-



*Maßgeschneiderte Kohlenstofffasern erforscht das RCCF in Dresden*

ter in Sachsen, das modernste Materialien und Composites für die Industrieanwendung liefern wird und die Vorrangstellung des Leichtbaustandortes Dresden auf lange Sicht sichert,“ erklärt Jäger mit Blick auf die zukünftige Verbindung der beteiligten renommierten Forschungsinstitute.

Ein erster wichtiger Meilenstein ist die Inbetriebnahme einer Carbonfaseranlage. An dieser Forschungsanlage können die Dresdner Wissenschaftler Kohlenstofffasern mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften herstellen. So können sie im Labormaßstab Parameter identifizieren, die künftig auf Produktionsanlagen genutzt werden. Die Carbonfaseranlage wurde im Juni 2016 im Rahmen des 20. Internationalen Dresdner Leichtbausymposiums in Betrieb genommen. Die notwendigen Maschinentechiken zur Precursorfaserherstellung sind bereits am ITM installiert. Prof. Chokri Cherif, Direktor des ITM und Inhaber der

Professur für Textiltechnik, fasst zusammen: „Mit der Gründung des RCCF und der Inbetriebnahme der Carbonfaseranlage geben wir die Initialzündung für die weiterführende Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung auf dem Gebiet der Kohlenstofffasern. Wir werden einen neuen Maßstab in der Carbonfaserentwicklung setzen und besondere Impulse weltweit ausstrahlen.“

# MASSGESCHNEIDERTE FASERVERBUNDE

CCeV-Thementag zum „Tailored Fiber Placement“ beim Innovationspreisträger IPF

**Nach dem erfolgreichen ersten Workshop „Tailored Fiber Placement“ (TFP), der 2012 am Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF) ausgerichtet wurde, gab es nunmehr eine Neuauflage: Im März 2016 fand der Thementag „TFP“ erstmals als Kooperation zwischen dem Carbon Composites e.V. (CCeV) und dem IPF statt. Für die Entwicklung neuartiger computergestützter Methoden zur Auslegung, Optimierung und Fertigung von hochbelastbaren, variabel-axialen Faser-Kunststoff-Verbund (FKV)-Bauteilen erhielt ein Entwicklerteam des IPF den diesjährigen Innovationspreis des Leibniz-Instituts.**

Die Tailored Fiber Placement-Technologie (TFP) wurde bereits in den frühen 1990er-Jahren am IPF in Dresden entwickelt. Für die Herstellung von Verbundstrukturen werden dabei Faserbündel (Rovings) auf einem Trägermaterial maßgeschneidert aufgestickt. Durch Faseranordnungen, die den berechneten Anforderungen bezüglich der Richtung und Anhäufung von Fasern entsprechen, können Bauteile den Belastungen besser angepasst werden.

Um die aktuelle Entwicklung in der Forschung zu diesem Thema zu diskutieren, hatten das IPF Dresden und die Regionalabteilung CC Ost des CCeV sowie die CCeV-Arbeitsgruppen „Herstellverfahren“ und „Additive Fertigung“ im März 2016 zum ersten gemeinsamen Thementag „Tailored Fiber Placement“ geladen. Etwa 80 Gäste aus Deutschland, Großbritannien, den Niederlanden, Ungarn und Japan folgten der Einladung.

Die erste Session widmete sich dem immer wichtiger werdenden Bedarf nach beanspruchungsgerechter Faserverbundbauweise durch Anwendung eines variabel-axialen Faserdesigns. Dazu berichtete Dr. Mostafa Abdalla von der TU Delft im Auftaktvortrag

über die Kompetenzen zur Optimierung von Verbundstrukturen am Department of Aerospace Structures & Computational Mechanics. Prof. Paul Weaver vom Department of Aerospace Engineering der University of Bristol präsentierte den aktuellen Stand von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) mit variabel-axialer Faserarchitektur und deren erfolgreicher Anwendung bei schubbelasteten Schalenstrukturen mit einem damit verbundenen enormen Steigerungspotenzial im Beul- bzw. Nachbeulverhalten. Zu den aktuellen Forschungsprojekten am IPF, insbesondere zum Thema fertigungsgerechte Simulation und Optimierung von variabel-axialen TFP-FKV-Bauteilen, referierte Dr. Lars Bittrich aus der dortigen Abteilung für Verbundwerkstoffe.

In weiteren Sessions präsentierten Vortragende aus nationalen Forschungseinrichtungen, unter anderem aus Stuttgart, Bremen und Dresden, ihre aktuellen Forschungsthemen aus dem Gebiet der Faserverbundfertigung mittels TFP.

Dr. Axel Spickenheuer, Leiter der Arbeitsgruppe Komplexe Strukturkomponenten am IPF, zog folgendes Fazit: „Der Thementag zeigte, dass die intensive Forschungs-

arbeit der letzten Jahre am IPF zum Thema variabel-axiale Faserverbunde für den extremen Leichtbau auch den internationalen Vergleich nicht scheuen muss. Im Gegenteil, nur durch eine zukünftig engere Zusammenarbeit nationaler und internationaler Forschergruppen zum Thema TFP in Verbindung mit der großen Gestaltungsfreiheit von FKV-Bauteilen lässt sich das hohe Leichtbaupotenzial für viele unterschiedliche Anwendungen erschließen. Die Veranstaltung bot für den wissenschaftlichen Austausch und die praxisnahe Anwendung einen idealen Ansatzpunkt und wird ganz sicher eine Fortführung finden.“

Spickenheuer freute sich auch über den Innovationspreis des Leibniz-Instituts, den sein Team für die Entwicklung neuartiger computergestützter Methoden zur Auslegung, Optimierung und Fertigung von hochbelastbaren variabel-axialen FKV-Bauteilen in diesem Jahr erhalten hat.

Auch Marco Zichner, Geschäftsführer der LS Korropol GmbH und Leiter der CCeV-Arbeitsgruppe „Additive Fertigung“, bewertet den Thementag überaus positiv: „Die Kooperationsveranstaltung zwischen dem IPF Dresden und den beiden CCeV-Arbeitsgruppen präsentierte eine beachtliche Bandbreite generativer Fertigungsverfahren für Hochleistungsfaserverbundwerkstoffe. Die Anzahl und Herkunft der Teilnehmer dokumentiert die hohe Industrierelevanz und das gesteigerte Interesse an diesen Technologien. Wir werden unsere Aktivitäten daher in der kommenden Zeit weiter intensivieren und vielleicht schon im Herbst zu einem weiteren Thementag einladen. Zielstellung ist es, zukunftsweisende Verfahren wie Tailored Fiber Placement (TFP) oder Continuous Multi-Tow Shearing (CTS) weiter in den industriellen Einsatz zu bringen.“



*Etwa 80 internationale Gäste kamen zum CCeV-Thementag „Tailored Fiber Placement“ ans Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF).*

## Vierte Fachtagung der Topocrom GmbH in Überlingen

**Themenschwerpunkt der Fachtagung mit rund 40 Teilnehmern war das „Topocrom® carbonprocessing“. Am Vormittag gab es sieben Vorträge, davon befassten sich fünf mit dem Einsatz von Topocrom®-Oberflächen im Bereich der Carbonindustrie, zwei weitere Referenten behandelten die tagesaktuellen Themen „REACH“ und „Betriebs-Know-how sichern und dadurch erfolgreich im Wettbewerb bestehen“.**

Im ersten Referat erläuterte Dr. Martin Metzner vom Fraunhofer Institut IPA in Stuttgart die Topocrom®-Verfahrens- und Anlagentechnik. Die spezifischen Oberflächen für die Carbon- und Faserindustrie werden in der speziellen geschlossenen Anlagentechnik von Topocrom hergestellt. Möglich sind die Herstellung von anwendungsspezifischen Schichten mit Rauheitswerten von Ra 0,3 – Ra 8 µm. Die Topographien können für gute Gleiteigenschaften geschlossen und für optimales Spreizen halboffen oder offen hergestellt werden. Die Begriffe „offen“ und „geschlossen“ beziehen sich dabei auf die Belegungsdichte der Oberfläche mit Strukturelementen.

Im zweiten Teil seines Vortrags nahm Dr. Metzner Stellung zum aktuellen Stand der Autorisierung von sechswertigen Chromverbindungen als Produktionsmittel. Die Topocrom-Schicht selbst besteht aus reinem metallischem Chrom. Die Topocrom GmbH hat den Weg zur Autorisierung eigenständig beschritten und den Zulassungsantrag fristgerecht bei der ECHA eingereicht. Das Ziel dabei ist es, lange Planungssicherheit für die Kunden zu gewährleisten.

Im Vortrag von Mathias Langner, Geschäftsführer der Topocrom GmbH, ging es um galvanisiergerechtes Konstruieren von Bauteilen für die Topocrom® carbonprocessing-Beschichtung. Anhand diverser Beispiele legte Langner die optimale Gestaltung

der Bauteile dar. Wichtig für die galvanische Beschichtung ist das Anbringen größtmöglicher Radien, um die Schichtabscheidung an diesen exponierten Stellen zu begünstigen. Die Beschichtung nimmt Einfluss auf die Eigenschaften des Bauteils. Deshalb muss das nachfolgende Beschichten bereits bei der Wahl des Werkstoffes und bei der Gestaltung des Bauteils berücksichtigt werden. Langner betonte - aus einem großen Erfahrungsschatz schöpfend - die Vorteile frühzeitiger Kommunikation zwischen Konstrukteur und Beschichter.

Bernhard Hahner, Geschäftsführer der Texmer GmbH, beschäftigte sich in seinem Vortrag mit dem Einsatz von Topocrom®-beschichteten Bauteilen in Spulengattern. Er wies auf die extrem hohe Standzeit der Topocrom®-Schicht hin und betont die außergewöhnlich schonende Faserführung und somit beträchtliche Reduzierung von Spliss und Staubbildung. „Texmer hat vor rund fünf Jahren mit einigen Topocrom®-beschichteten Bauteilen ihre Spulengatter bestückt, heute werden fast alle Spulengatter komplett mit Topocrom-beschichteten Teilen ausgestattet“, so Hahner.

Dr. Martin Wilming, Europäischer Patentanwalt bei Hepp Wengel Ryffel AG, Wil, Schweiz, erläuterte im Rahmen der Fachtagung, wie in der heutigen Zeit auch kleine und mittelgroße Unternehmen ihre Produkte und Prozesse mit Patenten und Marken schützen können.

Marcel Alberts, Managing Director von Eurofibers BV, Niederlande, schilderte in seinem Referat die Entwicklung von verschiedenen funktionalen Beschichtungen auf den technischen Fasern Aramid und Carbon. Alberts erklärte, dass er seine Anlagentechnik an entscheidenden Stellen mit Topocrom®-Oberflächen bestückt hat und mit dieser Oberflächenbeschichtung wichtige Vorteile

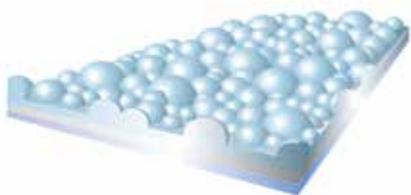
in Bezug auf Benetzbarkeit bei gleichzeitiger Standzeiterhöhung erreichte. Eurofibers entwickelt eine eigene Technologie zur Faserbeschichtung mit funktionalen und dekorativen Aspekten. Bei der Applikation auf den empfindlichen Fasern und deren Handling in der Fertigung stellen Topocrom-beschichtete Maschinenkomponenten wie beispielsweise Umlenkrollen eine Schlüsselstelle unter anderem in Bezug auf Faserbruch dar.

Franz Pursche vom Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen befasste sich mit dem Thema „Optimierte Topocrom-Oberfläche im Anwendungsbereich der Carbonfaserherstellung“. Im gemeinsamen geförderten Projekt mit dem ITA in Aachen entwickelt Topocrom eine geeignete Oberflächenstruktur für die spezifische Anwendung. Ziel für diese Anwendung ist ein höherer Friktionskoeffizient zwischen Galette und Fasermaterial bei gleichzeitiger Reduktion der Filamentbrüche auf unter 5 Prozent.

Weiter zeigte Pursche auf, dass in den nächsten fünf bis zehn Jahren beim Bedarf an Carbonfasern eine jährliche Steigerungsrate von 15–20 Prozent zu erwarten ist.

Den letzten Vortrag der Fachtagung hielt Stefan Bussmann von der Zahnradfabrik Unna zum Thema „Herstellung von Walzen“. Unna ist spezialisiert auf die Herstellung von komplizierten Walzen. Neben den Kernkompetenzen Drehen, Fräsen, Schleifen, Verzahnen und Richten hat sich Unna ein hohes Maß an Know-how und Kompetenz beim Zusammenschrupfen von Zapfen und Walzenkörper angeeignet.

Weitere Informationen:  
[www.topocrom.com](http://www.topocrom.com)



*Topocrom®-Oberfläche mit geschlossener Struktur*

# NEULICH IN HANNOVER

CCeV-Gemeinschaftsstand auf der Hannover Messe mit Besuch aus USA und Neumitglied Eckert Schulen

**Vom 25. bis 29. April 2016 herrschte auf dem Gemeinschaftsstand des CCeV auf der Hannover Messe reger Publikumsverkehr und wertvoller Informationsaustausch zum Thema „Faserverbund“.**

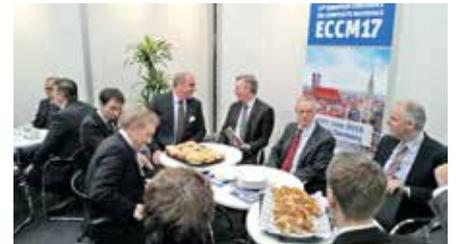
Zu Gast auf dem Gemeinschaftsstand des CCeV waren der Landrat des Landkreises Augsburg, Martin Sailer, mit einer Delegation von US-amerikanischen Unternehmern unter der Leitung von Edward Fantasia, Direktor für Handel und Entwicklung des US Commercial Service. Die amerikanischen Gäste suchten explizit den Kontakt zu den innovativen Mitgliedern des CCeV.

Zu diesen gehören seit Kurzem auch die Eckert Schulen: Mit ihrem Angebot zur berufsbegleitenden Qualifizierung zum „Techniker für Kunststofftechnik und Faserverbundtechnologie“ waren sie erstmalig auf der Hannover Messe 2016 vertreten. „Das Interesse an unseren Möglichkeiten zur Fort- und Weiterbildung in diesem Bereich war außergewöhnlich groß“, so Knut Wuhler,

Niederlassungsleiter Augsburg der Eckert Schulen. Die Weiterbildung zum Staatlich geprüften Techniker für Kunststofftechnik und Faserverbundtechnologie ist ein festes Angebot der Eckert Schulen. „Unsere passgenauen Weiterbildungen für Mitarbeiter im Bereich Faserverbund führen zu einem Wettbewerbsvorteil jener Unternehmen, die ihre Angestellten bei der Fernlehre unterstützen“, so Wuhler. „Unsere Erfahrung zeigt, dass diese Mitarbeiter eine größere Motivation entwickeln und ihr neues, umfangreicheres Wissen die unternehmerische Entwicklung vorantreibt.“

Vor allem dank des starken Partnerlands USA mit allein 465 Ausstellern war diesmal die internationale Aufmerksamkeit auf der Hannover Messe enorm. Jeder dritte Besu-

cher kam aus dem Ausland. Mit 6.000 Besuchern aus China und 5.000 aus den USA wurden aus diesen Ländern so viele Besucher gezählt wie nie zuvor, was auch am CCeV-Gemeinschaftsstand zu regem Publikumsinteresse geführt hat.



*Auf der Hannover Messe war eine amerikanische Delegation zu Gast am CCeV-Gemeinschaftsstand, an dem auch Neumitglied Eckert Schulen ausstellte.*



A MEMBER OF MISTRAS

GMA-WERKSTOFFPRÜFUNG.GMBH



**Zertifiziert** und **akkreditiert** mit über 30 Jahren Erfahrung in der **Werkstoffprüfung und Qualitätssicherung**, dafür steht die GMA.

Wir prüfen im Rahmen der **Abnahme**, des **Wareneingangs**, der **Qualitätssicherung**, in **Schadensfällen** und auf **individuelle Anfrage**.

Als Ergänzung zur **Qualitätssicherung entlang der Produktionskette und der Herstellung von Bauteilen**, umfassen die Materialprüfungen sowohl **Metalle** als auch **Verbund- bzw. Faserverbundwerkstoffe (CFK und GFK)**.

Unser **Prüfportfolio** :

- **Zerstörungsfreie Prüfungen**
- **Zerstörende Prüfungen**
- **Sonderprüftechniken**

GMA-WERKSTOFFPRÜFUNG GMBH  
BÜRGERMEISTER-WEGELE-STR. 12, 86167 AUGSBURG  
TEL.: +49 (0)821 56747-270  
WWW.GMA-GROUP.COM

# ZWEIER-ARBEITSGRUPPE NIMMT FAHRT AUF

Gemeinsame Veranstaltung zum Thema CFK im Bauwesen in Dresden

Die Fachabteilung CC Tudalit bietet innerhalb des Kompetenznetzwerks CCeV mit den Arbeitsgruppen „Textilbeton“ und „Modellierung Faserverstärkung im Bauwesen“ eine Plattform für Kontakte, Wissenstransfer und Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet leichter faser- und textilverstärkter Verbundstrukturen für Anwendungen im Bauwesen.



Aus dem Zusammenwirken der beiden Arbeitsgruppen erwächst die Chance, den fachlichen Gegenstand aus zwei Blickwinkeln aufzugreifen: Einerseits aus der Sicht der traditionellen Baubranche, andererseits aus der Sicht des klassischen Leichtbaus mit Erfahrungen aus der Luft- und Raumfahrt und dem Fahrzeugbau. Beide Seiten verbindet das Interesse an innovativen Faserverstärkungen. Die Baubranche bringt mineralische, der Leichtbau kunststoffgebundene Matrices ein.

Forschungsarbeiten zum Verbundwerkstoff Textilbeton begannen Mitte der 1990er-Jahre. Zunächst wurden von 1999 bis 2011 in zwei Sonderforschungsbereichen an der TU Dresden und der RWTH Aachen die wissenschaftlichen Grundlagen für die Entwicklung des Werkstoffs geschaffen. Seit 2014 arbeitet das Projektkonsortium C<sup>3</sup> – „Carbon Concrete Composite“ – an Deutschlands größtem Bauforschungsprojekt zur Erforschung und Praxiseinführung von Carbonbeton.

Die Arbeitsgruppe Textilbeton wurde 2013 gegründet. Angesichts der Entwicklungsdynamik auf dem Gebiet des Werkstoffs ging es darum, eine eigenständige und unverwechselbare Aufgabe zu definieren, aber auch flexibel auf neue Situationen zu reagieren. In einer Plenumsdiskussion auf der Sitzung Ende April in Dresden bekräftigten die Teilnehmer den Wunsch nach einer eigenständigen Plattform unter dem Dach des CC Tudalit für den Gedankenaustausch zu wissenschaftlichen und anwendungsorientierten Fragen. Das Veranstaltungsformat – Vorträge, Diskussionen, Begegnung – soll fortgesetzt werden. Andere Formate wie thematische Workshops, Besichtigungen, Unternehmensführungen etc. können ergänzend genutzt werden. Die AG wird ihre Zielgruppe moderat erweitern und versuchen, insbesondere Erfahrungen und Anliegen von Architekten und planenden Ingenieuren, Baubehörden und Bauherren aufzugreifen.



*Sitzung der Arbeitsgruppe Textilbeton am 28. April 2016 in Dresden: Steffen Rittner vom Institut für Textilmaschinen und textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden spricht zum Thema „Textile Antworten auf bautechnische Fragestellungen“.*

Neben der Plenumsdiskussion bot die Dresdner Arbeitsgruppensitzung ein ausgewähltes Vortragsprogramm. Behandelt wurden folgende Themen:

- erste Erfahrungen mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für die Verstärkung von Stahlbetonbiegeträgern mit Textilbeton
- bruchmechanisches Verhalten von Beton (siehe Seite 15)
- interdisziplinärer Wissenstransfer und Vernetzung
- Basaltfaseranwendungen für die Betonbewehrung (siehe Seite 58)
- textile Antworten auf bautechnische Fragen
- freigeformte Akustikelemente aus keramischen Faserverbundwerkstoff für die Staatsoper Berlin

Die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet des Textilbetons sind außerordentlich vielschichtig. Sie lassen sich nicht in Theorie und Praxis oder Wissenschaft und Anwendung trennen. Beides gehört jeweils zusammen und bedingt einander. Die Ar-

beitsgruppe Textilbeton wird Raum bieten, die Entwicklung des Verbundwerkstoffs langfristig zu reflektieren, zu begleiten und zu unterstützen. Nach dem erfolgreichen Neustart in Dresden wird es darum gehen, Inhalte und Protagonisten weiter zu vernetzen und miteinander im Gespräch zu bleiben. Ideen und Themen für weitere Veranstaltungen werden aus der gemeinsamen Arbeit heraus entstehen.

Die nächste Sitzung der Schwester-AG „Modellierung Faserverstärkung im Bauwesen“ findet am 27. Oktober 2016 in Kaiserslautern statt.

Weitere Informationen :  
[www.carbon-composites.eu](http://www.carbon-composites.eu)

# BRUCHKÖRPER IN DER TEXTILBETONBEMESSUNG

Vortrag im Rahmen der AG Textilbeton

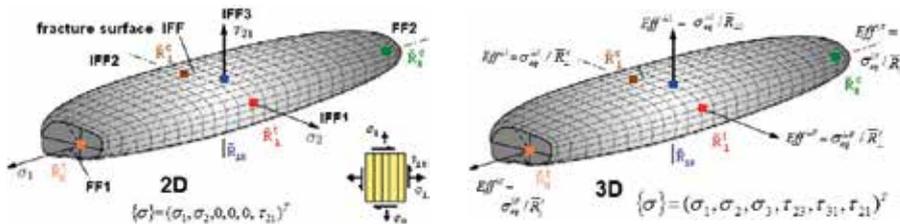
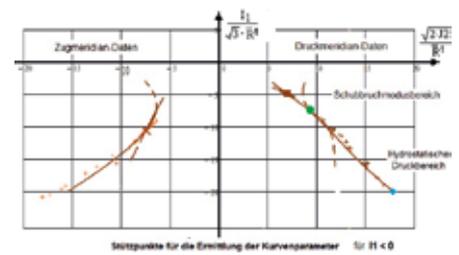
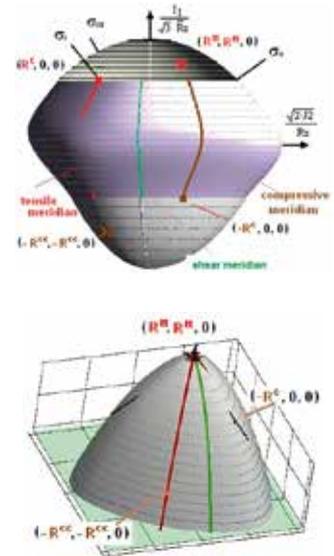
**Auf der Oberfläche eines Bruchkörpers liegen die Punkte aller Spannungszustände, die gerade zum Bruch führen. Diese Oberfläche wird mathematisch durch Bruch-Festigkeitsbedingungen  $F(\sigma, f) = 1$  beschrieben. Im Rahmen der Nachweise sich spröde verhalten der Baustoffe ist im Grenzzustand der Tragfähigkeit zu demonstrieren, dass also die zumeist mehr-axialen Spannungszustände an einer werkstoff-beanspruchungskritischen Stelle noch innerhalb des sog. Bruchkörpers liegen.**

Eine Festigkeitsbedingung  $F = 1$  beschreibt in der Regel nur das einmalige Auftreten eines Bruch-Versagensmodus. Bi-axiale Zug- und Druckfestigkeit bedeuten aber prinzipiell das doppelte Auftreten eines Versagensmodus und führen zu Zug- und Druck-Meridianen, den Längsschnitten eines Bruchkörpers, die sich signifikant unterscheiden. Von den beiden hydrostatischen Punkten (dreifaches Auftreten) als den Endpunkten des Bruchkörpers ist höchstens der dreiaxiale Druckfestigkeitswert messbar, so dass Abschätzungen angesetzt werden. Hier wird auf den UHPC und die CFK-Lamelle eingegangen.

Für den UHPC lagen mehrachsige Bruchtestdaten des IfM der TU Dresden vor, beim transversal-isotropen CFK eigene Daten. Für die Erstellung der Bruch-Festigkeits-

bedingungen aller Versagensmodi dient das Versagensmoduskonzept des Autors. Bei diesem wird für jeden einzelnen Bruch-Versagensmodus eine modale Bedingung aufgestellt mit Modellparametern, die alle messbaren Größen sind: Festigkeiten  $f$  und Mohr-Coulombsche Werkstoffreibung  $\mu$ . Es sind alle aktivierten Modi zu interagieren, um die gesamte Werkstoffanstrengung als  $Eff = f$  (Effmodi) zu erhalten. Abschließend werden die aufgestellten Festigkeitsbedingungen  $F(Eff = 100\%) = 1$  visualisiert und zusätzlich Meridiane als axiale Bruchkörperschnitte angegeben.

Weitere Informationen:  
**Prof. Dr. Ralf Cuntze**,  
 Carbon Composites e.V.,  
 E-Mail: ralf\_cuntze@t-online.de,  
 www.carbon-composites.eu



Das Bild zeigt den Bruchkörper für eine CFK-Lamelle, wobei der 2D-Bruchkörper auch für 3D-Spannungszustände gilt, wenn man die Spannungen durch Vergleichsspannungen ersetzt. Im Bild eine 3D-beanspruchte uni-direktionale CFK-Lamelle (FF=Faserbruch, IFF=Zwischenfaserbruch)

Beim dichten Beton ( $f_{tt} < f_t$ ,  $f_{cc} > f_c$ ) liegen Ein- und Ausdellungen der Meridiane vor. Oben: Bruchkörper von porösem Schaumbetonstein, Mitte: Normalbeton mit Meridianen, unten: UHPC

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT LEICHT GEMACHT



Zum ersten Mal bot der CCEV ein Seminar zum Thema Öffentlichkeitsarbeit an. Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus der Kommunikationspraxis, aber auch mit technischem Hintergrund nahmen die Gelegenheit wahr, sich über bewährte Methoden zu informieren, mit denen das manchmal sperrige Thema CFK einem breiteren Publikum vermittelt werden kann. Besonders freuten sich die Kursbesucher über den direkten Bezug zu ihren eigenen Themen und Medien – für den CCEV ein Ansporn, weitere Veranstaltungen aus dem Bereich Öffentlichkeitsarbeit vorzubereiten. Im Bild: Referentin Doris Karl (li. vorn) vom CCEV mit den Kursteilnehmern aus CCEV-Mitgliedsunternehmen und -institutionen.



# GRENZÜBERSCHREITENDE ZUSAMMENARBEIT

## CCeV-Arbeitsgruppe Werkzeug- und Formenbau trifft sich im schweizerischen Buslingen

**Erstmals trafen sich die Mitglieder der Arbeitsgruppe (AG) des Carbon Composites e.V. (CCeV) „Werkzeug- und Formenbau“ in Buslingen in der Schweiz. Im Rahmen einer Kooperation zwischen den Abteilungen CC Ost und CC Schweiz waren die Fachleute der AG bei der Georg Kaufmann Formenbau AG zu Gast.**



20 Spezialisten aus Deutschland, Österreich, Italien und der Schweiz hatten sich in Buslingen eingefunden, um verschiedene Aspekte des Themas Werkzeug- und Formenbau für Hochleistungsfaserverbundstrukturen zu besprechen. AG-Leiter Kai Steinbach von der Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH bedankte sich beim Gastgeber, der Georg Kaufmann Formenbau (GK) AG: „Wir haben hier einen beeindruckenden Einblick in die Produktion eines hochinnovativen Schweizer Mittelständlers erhalten.“

Philipp Böhme, Innovationstreiber bei der GK Formenbau AG, hielt den Auftaktvortrag zum Thema „Integrative Werkzeugtechnologien für die Großserie“. Ihm folgten weitere Präsentationen zu den Themen „Kürzere Prozessketten durch Werkzeugintegration“ und andere zukunftsrelevante Bereiche des Werkzeug- und Formenbaus, ohne den die Serienproduktion mit CFK nicht funktionieren kann. Christian Kohser von der Qpoint

Composite GmbH betonte dies in seinem Bericht über „Eigenbeheizte Werkzeuge für die Mobilität von morgen“: „Die Mobilität von morgen ist anspruchsvoll und muss vielen Kriterien wie Individualität, Wirtschaftlichkeit, Verstärkung, kultureller Prägung usw. genügen. Durch hochflexible Composites-Fertigungsmittel für Serien und Prototypen können wir individuell und schnell auch auf kommende Anforderungen reagieren.“

Der Verbindung von Faserverbund-Mischbauweisen und den dafür nötigen Werkzeugen schafft das BMBF-Innovationsforum „Multi-Form - Werkzeugsystem-Plattform für Faserverbund-Mischbauweisen“, das in der Region CC Ost im zweiten Halbjahr 2016 an den Start geht. Dr. Thomas Heber von der CCeV-Abteilung CC Ost weiß, wie wichtig ein solches Projekt für die Zukunft der CFK-Branche ist: „Das faserverbundintensive Multi-Material-Design bringt besondere Herausforderungen zur Verarbeitung verschiedener Werk-

stoffe und Komponenten in einem Werkzeug mit sich. Hier liegt ein großes Zukunftspotenzial auch für KMU des ‚konventionellen‘ Werkzeugbaus. Wir möchten gemeinsam mit regionalen Unternehmen dieses Potenzial beleuchten und erschließen. Der Werkzeugbau sollte verstärkt als Erfolgsfaktor einer iterativen Produkt- und Werkzeugentwicklung gesehen werden, nicht nur als Dienstleister nach bereits abgeschlossener Produktentwicklung.“

Das Fazit der Kooperationsveranstaltung zog AG-Leiter Kai Steinbach: „Diese äußerst gelungene Sitzung hat aus meiner Sicht erneut die Komplexität des Themas Werkzeug- und Formenbau gezeigt. Besonders gefreut hat mich die sehr offene und rege Diskussion sowie der intensive Erfahrungsaustausch der Teilnehmer. Die Teilnehmer haben mit Sicherheit zahlreiche neue Anregungen gewonnen und interessante Kontakte knüpfen können.“

## WACHSTUM

### CC Austria erweitert Aktivitäten und erhöht Mitgliederzahl

Drei neue Mitglieder konnte CC Austria in den vergangenen zwölf Monaten hinzugewinnen. Diesem kontinuierlichen Wachstum wird seitens des Vereins durch personelle Verstärkung Rechnung getragen. Seit Mitte Mai 2016 bringt sich Christian Schneider ein, in intensivem Kontakt mit den Mitgliedern stärkt er die Netzwerkaktivitäten von CC Austria. „Wir haben damit sicher nicht nur an Nähe zu unseren Mitgliedern gewonnen, sondern ebenfalls die Basis für ein weiterhin gesundes Wachstum gelegt“, so der Vorstandsvorsitzende Prof. Ralf Schledjewski.

Wie schon in den vergangenen Jahren soll auch im Jahr 2016 ein Thementag auch für Nicht-Mitglieder Einblicke in die Aktivitäten des CC Austria ermöglichen. Am 8. September 2016 wird es um „Zuverlässigkeit und Lebensdauer von CFK-Bauteilen“ gehen. Nähere Informationen hierzu finden sich unter [www.carbon-composites.eu](http://www.carbon-composites.eu).

Den intensiveren und nur den Mitgliedern vorbehaltenen Austausch pflegt CC Austria in zwei Arbeitsgruppen. Diese treffen sich in der Regel zweimal pro Jahr und erfreuen sich reger Beteiligung.



Neu beim CC Austria: Christian Schneider

# DIE EINE GEHT, DIE ANDERE KOMMT

## Carbonausstellungen als Besuchermagneten

**Überaus zufrieden ist man im Deutschen Museum Bonn mit dem Erfolg der Ausstellung „Harter Stoff“, in deren Mittelpunkt die vielfältigen Anwendungsbereiche des Werkstoffs Carbon stehen. Während in Bonn über den Rekordbesuch der Ausstellung jubelt wird, bereiten die Macher des Textilmuseums Augsburg (tim) ihre Carbonschau gerade vor.**

„Harter Stoff“ ist nur der Werkstoff, nicht die Ausstellung, die von Herbst 2015 bis Ende Mai 2016 im Deutschen Museum Bonn zu sehen war. Die Geschichte, Herstellung und Anwendung von Carbon wurde hier, wie zuvor schon in München, auf leichte Art vermittelt. Ob Mitmachstationen, ein originaler Formel-1-Wagen oder der hängende Musikstuhl – gewohnt vielfältig sind die Wege der Erkenntnis. Für diese unterhaltsame Form des Wissenserwerbs begeisterten sich weit über 50.000 Menschen aus Bonn und der ganzen Region. Museumsleiterin Dr. Andrea Niehaus zieht positive Bilanz: „Das überwältigende Besucherinteresse bestätigt unser Streben, die Attraktivität unseres Museums stetig zu verbessern. Gerade in der heutigen Zeit können wir mit Stolz auf unsere erfolgreiche Ausstellungs- und Vermittlungsarbeit verweisen. Wir erleben immer wieder junge Leute, die hier im Museum erstmals vom Forschungsvirus gepackt werden.“

Kein Wunder, denn die Ausstellung zeigt auch, wie und wo Carbon für viele Innovationen sorgt. Und genau das ist das Ziel des Spitzenclusters MAI Carbon, der die Ausstellung unterstützt.

Verschiedene Exponate der Ausstellung „Harter Stoff“ werden vom 22. Juni bis 6. November 2016 auch im Staatlichen Textil- und Industriemuseum Augsburg (tim) zu sehen sein. Unter dem Motto „Carbon – Stoff der Zukunft“ erleben Besucher im tim die herausragenden Eigenschaften und vielfältigen Anwendungsgebiete des leichten, stabilen Werkstoffs. Die interaktive Schau zeigt auf einer Fläche von mehr als 1.000 Quadratmetern rund 200 beeindruckende Objekte aus den Bereichen Automobilbau, Luft- und Raumfahrt, Architektur, Design, Lifestyle und Future. Sie ist damit deutschlandweit die bislang größte Ausstellung zu diesem Thema.

Begleitend zur Ausstellung findet ein umfangreiches Rahmenprogramm statt, an dessen Organisation sich auch der CCeV beteiligt hat. Interessante Vorträge und Talks, eine junge Museums-

nacht und Konzerte sind ebenso geplant wie spezielle Führungen von Schülern für Schüler oder Workshops, bei denen die Teilnehmer selbst mit dem Werkstoff Carbon experimentieren können.

## CARBON STOFF DER ZUKUNFT



## GEMEINSCHAFTSSTAND AUF DER SWISS PLASTICS EXPO 2017



Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Swiss Plastics 2014 wird CC Schweiz auch 2017 mit einem Gemeinschaftsstand die CFK-Branche vertreten. Der Gemeinschaftsstand ist sowohl Plattform als auch Möglichkeit für Mitglieder, sich zu präsentieren und mit einem sehr interessanten und interessierten Fachpublikum in Kontakt zu treten.

Weitere Informationen:

**Stève Mérellat**, CC Schweiz, CH-8400 Winterthur, Telefon +41 (0) 325 20 22-00, [steve.merillat@carbon-composites.eu](mailto:steve.merillat@carbon-composites.eu), [www.cc-schweiz.ch](http://www.cc-schweiz.ch)

# DIE NEUEN

In den vergangenen Monaten konnten der CCeV und seine Abteilungen wieder etliche neue Mitglieder begrüßen. Einige von ihnen stellen sich hier kurz vor.

icotec ag



Die icotec ag mit Sitz in Altstätten SG in der Schweiz entwickelt und fertigt innovative Composite-Produkte für die Industrie (Befestigungselemente wie z.B. Schrauben) und Implantate für die Medizinaltechnik mit dem weltweit einzigartigen CFM-Verfahren (Composite Flow Moulding). Es ermöglicht die industrielle Herstellung von endlosfaserverstärkten Carbon/PEEK-Bauteilen mit einem max. Faservolumengehalt von 62 Prozent. Endlos bedeutet dabei, dass die Carbonfasern das Bauteil ohne Unterbrechung vom einen bis zum anderen Ende durchlaufen.

[www.icotec.ch](http://www.icotec.ch)

Deurowood Produktions GmbH



Die Deurowood Produktions GmbH mit Sitz in Hard, Österreich, ist Mitglied der Deurotech Group. Das Unternehmen ist ein führender Hersteller von Additiven, Härtern, Netz- und Trennmitteln für die Produktion von dekorativen Oberflächen. Diese Hilfsmittel für Leichtverbundwerkstoffe können in Zukunft auch in der Automobil- und Luftfahrtindustrie sowie im Windenergiebereich zur Anwendung kommen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf internen Trennmitteln bei Infusions- und Injektionsprozessen in unterschiedlichen Verfahren (RTM, SMC, Pultrusion, Infusion).

[www.deurowood.com](http://www.deurowood.com)

next composites GmbH



Die next composites GmbH wurde 2016 als Ingenieurdienstleisterin gegründet. Ihre Kernkompetenz liegt in der Verarbeitung thermoplastischer Hochleistungs-Composites, die sie konsequent vorantreibt und weiterentwickelt, um die vielfältigen technischen und wirtschaftlichen Vorteile dieses Werkstoffs zu nutzen. Neben der Entwicklung von Bauteilen und Technologien bietet next composites auch die Fertigung von Prototypen mittels seriennahen Prozessen und Werkzeugen an.

[www.nextcomposites.ch](http://www.nextcomposites.ch)

SILTEX Flecht- und Isoliertechnologie  
Holzmüller GmbH & Co KG



Siltex ist ein wichtiger Global Player, wenn es um Flechtstrukturen für verschiedenste Einsatzgebiete geht. Als Initiator und Innovator neuer Technologien, Materialien und Anwendungsgebiete steht Siltex mit seinen Produkten und seiner Flexibilität in der Produktion seit 1956 für Qualität 100 Prozent „Made in Germany“. Siltex, eines der ersten Unternehmen Deutschlands im Bereich Kunststoffverstärkung, besitzt auch heute noch einen entscheidenden Vorteil – es ist z.B. möglich, kundenbezogene Projekte in Dimensionen bis 1.000 mm zu realisieren.

[www.siltex.de](http://www.siltex.de)

## CC AUSTRIA UND CCeV BETEILIGEN SICH AN SALTEX IN DORNBIRN



Am 5. und 6. Oktober 2016 findet auf dem Messegelände in Dornbirn die Fachmesse SALTEX statt. Mitglieder des CCeV erhalten bei einer Teilnahme an der Messe wie auch am angeschlossenen Symposium einen Rabatt von 30 Prozent.

Weitere Informationen:

**Katharina Schulz**, Projektleitung, Messe Dornbirn GmbH,

Telefon +43 (5572) 3 05-428, E-Mail: [katharina.schulz@messedornbirn.at](mailto:katharina.schulz@messedornbirn.at)

## Haufler Composites GmbH & Co. KG erweitert Angebot

**Haufler Composites GmbH & Co. KG erweitert die Produktpalette im Bereich Composite-Harze, Oberflächenharze und Kleber. Neu ist außerdem die CNC-Bearbeitung von CFK-Werkstoffen im eigenen Haus.**

Haufler Composites konnte bereits in der Vergangenheit durch die Vertriebspartnerschaft mit Sika ein breites Angebot an Composite-Harzen und Oberflächenharzen bieten. Durch die Formierung von SikaAxson erweitert sich dieses Angebot nun auch um Axson-Produkte aus den Bereichen Compo-

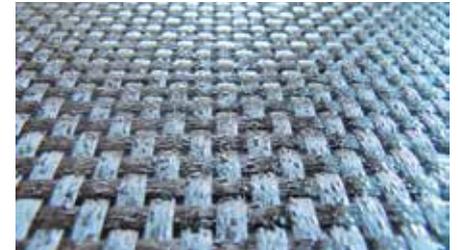
site-Harze, Oberflächenharze und Kleber. Das weitere Produktspektrum von Haufler Composites umfasst außerdem Faserhalbzeuge wie etwa Gewebe und Gelege, Prepreg sowie Hilfsstoffe zur Herstellung hochwertiger Faserverbundbauteile.

Des Weiteren wurde die Fertigung im eigenen Haus um ein CNC-Bearbeitungszentrum für CFK-Werkstoffe aufgerüstet. So können die bei Haufler Composites kundenspezifisch gefertigten CFK-Plattenhalbzeuge nun auch mit kurzen Lieferzeiten fertig bearbeitet angeboten werden. Neben CFK-Werkstoffen mit Epoxid-Matrix produziert Haufler Composites Carbonfaser/PEEK-Halbzeuge für die Anwendung unter anspruchsvollen chemischen oder thermischen Bedingungen. Neben Plattenhalbzeugen werden zudem komplette CFK-Komponenten gefertigt, der Fokus liegt dabei auf technischen Bauteilen, wie sie etwa im Bereich Maschinenbau zu finden sind.

Weitere Informationen:  
[www.haufler.com](http://www.haufler.com)



*Im Bereich CFK-Komponenten liegt der Fokus auf technischen Bauteilen wie etwa Traversen für Linearachsen.*



*Das Lieferprogramm beinhaltet ebenso kundenspezifisch ausgerüstete Gewebe.*

## IHRE NEWS – UNSER SERVICE



Redaktionsschluss für das nächste Carbon Composites Magazin ist der **12. August 2016**.

Gerne können Sie uns als Mitglied des CCeV Ihre Meldungen und Berichte schon vorher zusenden oder uns in Ihren Presseverteiler aufnehmen ([redaktion@carbon-composites.eu](mailto:redaktion@carbon-composites.eu)): Neueste Meldungen aus den Mitgliedsunternehmen veröffentlichen wir auch auf der Website des CCeV unter [www.carbon-composites.eu](http://www.carbon-composites.eu).

Weitere Informationen:

**Doris Karl**, Marketing, Kommunikation, CCeV,  
Telefon +49 (0) 8 21/26 84 11-04,  
E-Mail: [doris.karl@carbon-composites.eu](mailto:doris.karl@carbon-composites.eu)



---

# JAHRESTHEMA RECYCLING

---





Martin Hengstermann (li.) und Dr. Anwar Abdkader (re.) vom ITM mit Streckenband und Hybridgarn aus recycelten Carbonfasern

## ÜBERBLICK

### Standortbestimmung beim Recycling von Carbonfasern

**Die Carbonfaser (CF) ist auf dem Vormarsch, vor allem Automobil-, Luft- und Raumfahrtindustrie, Bauwesen sowie die Sportgerätebranche setzen zunehmend auf den Leichtbauwerkstoff. Für den großen Durchbruch fehlt aber noch ein wichtiger Faktor – das industrielle Recycling der CF. Nur durch Schließen des Wertstoffkreislaufs kann die Hochleistungsfaser auch aktuellen Ansprüchen an den Umweltschutz genügen und ihre energieintensive Herstellung rechtfertigen.**

Hauptgrund gegen eine „einfache“ Entsorgung sind in diesem Zusammenhang gesetzliche Bestimmungen, die sowohl eine Deposition größerer Mengen CF bzw. CFK als auch eine thermische Verwertung nahezu unmöglich machen. Daher forschen zurzeit zahlreiche Institute und Fachabteilungen intensiv zu sinnvollen Verwertungsverfahren für CF-Abfälle, die nachfolgend als recycelte CF (rCF) bezeichnet werden.

#### rCF-Sorten

rCF können in drei Typen unterschieden werden:

Typ	Vorkommen
I	trockene Fasern (Produktionsreste, Verschnitt)
II	vorimprägnierte Fasern (Reste bzw. Verschnitte von Prepregs)
III	Fasern aus defekten/End-of-Life-CFK-Bauteilen



Recycelte Carbonfasern aus der Pyrolyse mit weißen Nähfäden

Die trockenen Fasern (Typ I) verfügen über die prinzipiell gleichen Eigenschaften wie Primärfasern und benötigen grundsätzlich keinen besonderen Aufbereitungsprozess. Dieser kann allerdings angewendet werden, wenn verschiedene Fasersorten z. B. verein-

heitlicht oder neu beschichtet werden sollen. Die vorimprägnierten rCF (Typ II) sowie die aus CFK-Bauteilen extrahierten rCF (Typ III) erfordern dagegen einen zusätzlichen Prozessschritt zum Herauslösen der rCF aus der Matrix.

## Aufbereitungsverfahren

Zur Aufbereitung setzen einige Hersteller am Markt (z. B. CarbonNXT GmbH, ELG Ltd.) das Pyrolyseverfahren ein. Sie können bereits mehrere Tonnen rCF jährlich liefern.

Die Pyrolysetemperatur unterscheidet sich dabei je nach rCF-Typ. Für rCF der Typen I und II genügt eine relativ geringe Wärmebehandlung, um die Harze oder Schichten zu entfernen, dagegen erfordert die Aufbereitung von Typ III deutlich höhere Temperaturen. Die Festigkeitseigenschaften der rCF verringern sich je nach Wärme- und Sauerstoffeintrag in unterschiedlichem Maße von nicht feststellbar bis sehr stark. Inwieweit dies auch für rCF von thermoplastischen CFK-Bauteilen zutrifft, muss noch erforscht werden. Die hier bestehenden Möglichkeiten zum anforderungsgerechten Recycling wurden aufgrund des bisherigen Nischenstatus bislang kaum betrachtet.

Weitere Aufarbeitsverfahren (z.B. Solvolyse, elektrodynamische Fragmentierung, Mikroben) sind noch im Forschungsstadium.

## Verwendungsmöglichkeiten der rCF

Die Verwendungsmöglichkeiten sind vielfältig und werden derzeit intensiv erforscht. Untenstehende Tabelle fasst ausgewählte Beispiele zusammen.

Zurzeit hat sich keine dieser Verwendungen endgültig am Markt durchgesetzt. Das hat mehrere Gründe:

1. Neuartiges Recycling: Verfahren und Anwendungen müssen sich am Markt noch etablieren.
2. Herkunft der rCF: Teilweise unklar, daher ist es für den Anwender oft nicht ersichtlich, welche Qualität er bekommt und ob diese langfristig konstant bleibt.
3. Qualität der rCF: Abhängig vom ursprünglichen Fasertyp, der Faserlänge, dem Verunreinigungsgrad (z.B. durch Nähfäden) und dem Aufbereitungsverfahren.
4. Preisentwicklung von Primär-CF und rCF: Die Preise der Primär-CF sind in den letzten Jahren immer weiter gefallen (aktuell 15–20 €/kg), die Preise für rCF variieren signifikant je nach Typ, Qualität und Nachfrage (bis 10 €/kg).
5. Kosten/Nutzen-Faktor von Produkten aus rCF: Einfache Herstellung und geringe erzielbare CFK-Festigkeit (z.B. Spritzguss) gegen komplexe Herstellung und hohe erzielbare Festigkeit (z.B. Garnkonstruktionen).
6. Spezifische Zusagen nötig: Hohe Investitionsbereitschaft und garantierte Abnahmemengen sind für die Aufbereitung und Herstellung von rCF-Produkten notwendig. Nur so lassen sich hohe Qualität und günstige Preise vereinbaren.
7. Duroplastische vs. thermoplastische CFK: Es könnten sich unterschiedliche Recyclinglösungen etablieren.

Die genannten Ursachen greifen teilweise ineinander und verdeutlichen die Komplexität des Themas CF-Recycling. Zur Lösung der Herausforderungen könnten gesetzliche Richtlinien beitragen. Außerdem würde die Verwendung von einheitlichen CF-Primärfasern in den Industrien die Wiederverwendung von rCF maßgeblich vereinfachen.

## ITM setzt auf hochwertige Anwendungen

Die Wissenschaftler am Institut für Textilmaschinen und textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden konzentrieren sich beim Thema rCF-Wiederverwendung auf hochwertige Anwendungen zur maximalen Ausnutzung der rCF-Potenzials.

Bisher ist es gelungen, hochwertige Band- und Garnkonstruktionen aus rCF zu entwickeln, die aufgrund ihrer schonenden Verarbeitung wieder als lasttragende CFK-Bauteile eingesetzt werden können. Dazu zählt primär die Entwicklung einer Prozesskette von rCF zu Garnkonstruktionen im Feinheitsbereich von 200 bis 3500 tex. Hierbei wurden erstmalig Zugfestigkeiten von UD-Gelegen aus dem entwickelten rCF-Hybridgarn von über 1000 MPa erreicht.

Einschlägige Projekte in diesem Bereich reichen von der Grundlagenforschung bis zur industriellen Anwendung (etwa „3DProCar“ in der Initiative FOREL). Der Fokus liegt hier insbesondere auf thermoplastischen Anwendungen, deren Halbzeuge aufgrund der Stapelfaserform hoch drapierbar sind und kürzeste Bauteiltaktzeiten ermöglichen. Gleichzeitig lassen sich die Garnkonstruktionen auf bestehenden Textilmaschinen genauso wie Primär-Filamentgarne verarbeiten. Die entwickelte Prozesskette wird gemeinsam mit Partnern in den nächsten zwei bis drei Jahren in eine industrielle Herstellung transferiert.

Gleichzeitig wird die Entwicklung von hochdrapierbaren Organoblechen aus hochgradig orientierten rCF-Bändern vorangetrieben. Diese können direkt zu thermoplastischen CFK-Bauteilen verpresst werden, ohne zusätzliches Weben oder Legen.

Weitere Informationen:

### Dipl.-Ing. Martin Hengstermann,

Wiss. Mitarbeiter, Forschungsgruppe Fadenbildungstechnik, Institut für Textilmaschinen und textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM), TU Dresden, Telefon + 49 (0) 3 51 / 20 25 01 73, E-Mail: martin.hengstermann@tu-dresden.de, www.tu-dresden.de/mw/itm

Einsatzform	benötigte rCF-Faserlänge	erzielbare CFK-Festigkeit	Firmen oder Institute
Spritzguss	sehr kurz (bis wenige mm)	gering	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SABIC/Dell Inc.</li> <li>• AkroPlastic GmbH</li> <li>• Premium Aerotec GmbH/IVW GmbH</li> </ul>
Vliesstoffe	kurz oder lang	mittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STFI Chemnitz (auch Vliesbänder)</li> <li>• ITA RWTH Aachen</li> <li>• CTC Stade/Airbus AG</li> <li>• SGL/BMW ACF</li> <li>• Tenowo GmbH</li> <li>• Cannon S.P.A.</li> </ul>
Garnkonstruktionen	lang (ab ca. 30 mm)	hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ITM TU Dresden</li> </ul>

Verwendungsmöglichkeiten von rCF

## Recyclingkonzepte für hybride Strukturen

**Industriell eingesetzte Multimaterial-Strukturen müssen für das Recyceln aufgeschlossen werden. Im Institut für Leichtbau mit Hybridsystemen (ILH) der Universität Paderborn entwickelten Fachleute im nunmehr abgeschlossenen Förderprojekt „Trennen und Wiederverwerten automobiler hybrider Strukturen“, kurz „TuWahS“, Verfahren zur Trennung von Stahl-FVK-Strukturen.**

Der Automobilbau verwendet gern leichte Multimaterial- oder Hybrid-Strukturen, etwa aus kombinierten Metallen und Faserverbundkunststoffen (FVK) wie kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK). Die feste Verbindung artfremder Werkstoffe ist bislang jedoch nicht mit den gesetzlich geforderten Recyclingquoten in Einklang zu bringen.

Zwar gibt es für die Einzelwerkstoffe der Hybride, d. h. Metall und FVK, großserientechnisch umgesetzte Wiederverwertungsanlagen, doch für die oben genannten Hybrid-Strukturen existieren noch keine industriell umgesetzten Konzepte zur Trennung der Einzelmaterialien.

Verfahren zur Trennung von Stahl-FVK-Strukturen entwickelte der Lehrstuhl für Leichtbau im Automobil (LiA) der Universität Paderborn im Rahmen des zweijährigen Forschungsprojekts „TuWahS“. Hybride Strukturbauteile wurden gezielt erwärmt, wodurch die Adhäsion zwischen Metall und FVK so stark nachließ, dass zwei artenreine Einzelstrukturen vorlagen. Die benötigte Energie wurde sowohl in einem konventionellen Ofen als auch mit unterschiedlichen weiteren Erwärmungsverfahren wie Induktions- oder Infrarot-Erwärmung eingebracht. Die metallische Struktur kann anschließend wieder eingeschmolzen werden. Handelt es sich bei dem FVK um CFK, kann ein Pyrolyseprozess nachgeschaltet werden, um sortenreine C-Fasern zu gewinnen.

Alle ermittelten Prozessfenster (Temperatur über Haltezeit) für die verschiedenen Trennverfahren liegen im Bereich von 275 °C bis 350 °C bei einer Haltezeit von bis zu 15 Minuten.



Projektstruktur „TuWahS“

Ein weiteres Teilziel des Projektes war, gewonnene Erkenntnisse in einen ganzheitlichen Recyclingprozess von Metall-FVK-Hybridbauteilen einzubinden. In diesem Zuge wurden Automatisierungskonzepte erarbeitet, die Qualität der Fasern nach dem Pyrolyseprozess betrachtet und Recyclingkonzepte entwickelt.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Swetlana Schweizer,**  
Wiss. Mitarbeiterin, Institut für Leichtbau mit Hybridsystemen (ILH),  
Universität Paderborn,  
Telefon +49 (0) 52 51/60-53 38,  
E-Mail: swetlana.schweizer@upb.de

**Prof. Dr. rer. nat. Thomas Tröster,**  
Vorstandsvorsitzender ILH,  
Universität Paderborn,  
E-Mail: thomas.troester@upb.de,  
www.ilh.uni-paderborn.de,  
www.leichtbau-im-automobil.de

Besonderer Dank gilt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die finanzielle Unterstützung im Rahmen der Förderinitiative „KMU-innovativ“ mit dem Schwerpunkt „Ressourcen- und Energieeffizienz“ und den beteiligten Industriepartnern.



## VERROTTENDE AUTOTEILE

STFI entwickelt kompostierfähige Composites für Automobile

**Ressourceneffizienz war das Kernthema des Sächsischen Textilforschungsinstitut e.V. (STFI) auf der diesjährigen JEC World. Mit besonderem Stolz präsentierte das Chemnitzer Institut seine im europäischen Forschungsprojekt „Biofibrocar“ mitentwickelten rezyklierbaren biobasierten Formteile für die Automobilinnenausstattung.**



Das Recycling von Verbunden aus unterschiedlichen Materialien stellt die Automobilindustrie vor besondere Herausforderungen. Ein Lösungsansatz sind sortenreine Verbundmaterialien. Ziel des zweijährigen, heute abgeschlossenen EU-Projekts „Biofibrocar“ war es daher, die gegenwärtig für Autointerieur eingesetzten Polyester- und Polypropylenfasern durch PLA-Fasern (Polylactid Acid) zu ersetzen.

Die Ergebnisse sind vielversprechend: Spezielle Additive verbessern gezielt Materialeigenschaften wie Abriebfestigkeit, Lichtechtheit oder Schwerentflammbarkeit, um die im Automobilbau geforderten Materialparameter zu erfüllen. PLA-Fasern mit prozessgerecht eingestellten Schmelzpunkten gestatten außerdem die Anwendung der in der Formteilherstellung üblichen Herstellungstechnologien.

Die derart modifizierten PLA-Fasern verarbeitete das STFI zu Vliesstoffen als Ausgangsmaterial für die Formteilherstellung. Das Institut für Textiltechnik Aachen (ITA) entwickelte ein auf PLA-Filamentgarnen basierendes Gewebe als Dekormaterial. Zwei Vliesstoffschichten und das Gewebe wurden zu einer Verbundstruktur kombiniert, die zu 100 Prozent aus biobasiertem Material besteht, und als Bestandteil einer Türinnenverkleidung erfolgreich getestet.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Bernd Gulich,**  
Telefon +49 (0) 3 71/52 74-204,  
E-Mail: bernd.gulich@stfi.de,

**Dipl.-Ing. Romy Naumann,**  
Telefon +49 (0) 3 71/52 74-186,  
E-Mail: romy.naumann@stfi.de,  
Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.  
(STFI), Chemnitz, www.stfi.de



rCF-Stapelfaserband auf Spule

Zum Projektkonsortium „Biofibrocar“ gehörten insgesamt neun Partner aus drei Ländern (Deutschland, Spanien und Niederlande), die Projektkoordination lag beim spanischen Textilforschungsinstitut AITEX. Das Projekt, Förderungskennzeichen n° FP7-SME-2012-SME, wurde über das EU 7th Framework Programm unter Führung der REA – Research Executive Agency gefördert.

# ES BLEIBT MEHR ALS ASCHE

## Untersuchung zu Faseremission und -dünnung beim Brand von CFK

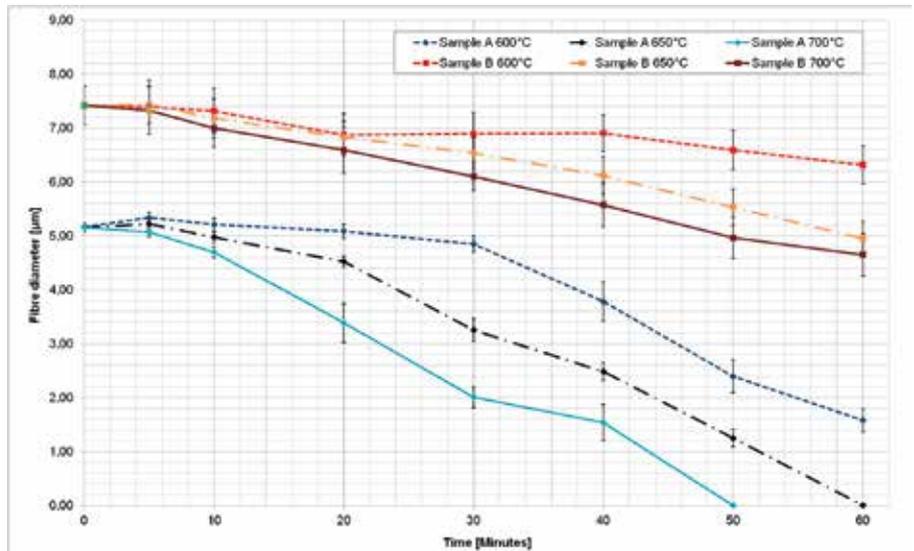
**Wichtige Sicherheitshinweise ergab eine Untersuchung der GWP zum Abbau von Kohlenstofffasern durch thermische Belastung an ausgewählten Fasersystemen. Besonders interessant sind die Ergebnisse für die thermische Verwertung im Recycling und im Brandfall, wenn CFK unbeabsichtigt Feuer fängt.**

Für die Studie wurde handelsüblicher faserverstärkter Kunststoff hoher thermischer Belastung ausgesetzt und zusätzlich Brandschadensteile aus der Praxis untersucht. Die Experten beobachteten das Abbauverhalten der Kohlenstofffasern über einen definierten Zeitraum und analysierten mittels Rasterelektronenmikroskop auch die auftretenden Stäube. Allerdings wurde im Versuch dem chaotischen Verhalten realer Brandfälle (etwa lokaler Sauerstoffmangel etc.) keine Rechnung getragen.

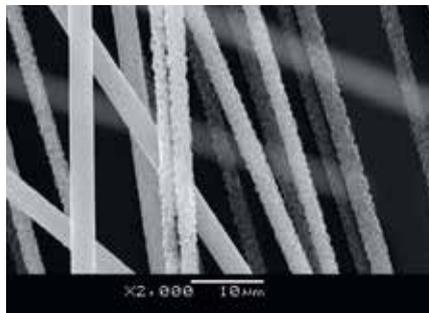
Bereits bei einer Auslagerungstemperatur im Ofen von 550 °C in Luft kommt es zur Oxidation der Kohlenstofffasern, beschleunigte Abbauraten sind ab etwa 600 °C feststellbar. In den Versuchen dünnten Fasern auf Durchmesser von  $< 3 \mu\text{m}$ , deren gesundheitliche Folgen kritisch zu überprüfen sind. Bei 700 °C geschieht dies bei bestimmten Fasern bereits innerhalb von 20 Minuten.

Hinsichtlich der Verbrennungstäube fand sich kein Faserstaub bei CFK, das mit einem Gasbrenner unter Laborbedingungen verbrannt wurde. Bei einem realen Schadensteil wurde dagegen eine Gesamtfaserkonzentration von ca. 5.000 Fasern /  $\text{m}^3$  geschätzt und zahlreiche gedünnte Fasern mit Durchmessern von  $< 3 \mu\text{m}$  nachgewiesen.

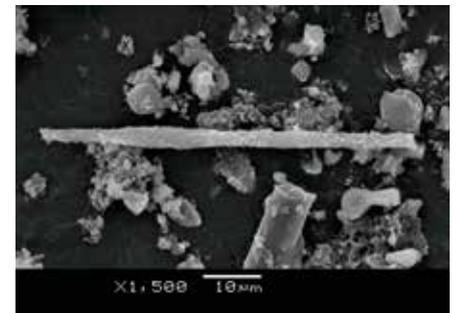
Aus den Messdaten wurden kinetische Arrhenius-Modelle abgeleitet, mit denen die Geschwindigkeit des Abbaus bzw. der Dünnung sowie die Emission „kritischer Fasern“ im Schadensfall abgeschätzt werden können. Die ermittelte Aktivierungsenergie der Fasern zum Abbau zeigt dabei eine große Bandbreite von etwa 40 bis zu 85 kJ/mol.



Abnahme des Durchmessers zweier Fasertypen bei unterschiedlichen Temperaturen



Künstlich geschädigte Fasern nach 20 min bei 740 °C, einige Fasern mit  $d < 3 \mu\text{m}$



Stark geschädigte Fasern aus realem Brandfall

Die bisher durchgeführten Untersuchungen erlauben noch keine allgemein gültigen Rückschlüsse auf das thermische Abbauverhalten von CFK, stellen jedoch einen fundierten Ausgangspunkt dar. Für die Zukunft plant die GWP, diese Untersuchungen für möglichst viele Fasersysteme weiterzuführen und so eine Wissensdatenbank aufzubauen.

Weitere Informationen:

**Dr. Stefan Loibl,**  
Junior-Experte für Composites,  
GWP Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH,  
München/Leipzig/Dillingen,  
Telefon +49 (0) 81 06/99 41 65,  
E-Mail: stefan.loibl@gwp.eu,  
www.gwp.eu (alle Ergebnisse im Download-Bereich/Demoberichte)

# DAS ZWEITE LEBEN DER CARBONFASER

## Recycling faserverstärkter Kunststoffe in Verbundbauteilen

**In einem gemeinsamen Forschungsprojekt des Instituts für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (ITV) und des Instituts für Textilchemie und Chemiefasern Denkendorf (ITCF) sollen aus rezyklierten Carbonfasern textile Halbzeuge hoher Qualität hergestellt werden, die für einen automatisierten Formpressprozess geeignet sind.**

Im etablierten thermischen Recyclingverfahren wird die Polymermatrix pyrolytisch zersetzt, die Carbonfasern verbleiben als Rückstand in Form von Stapelfasern. Eine auf die pyrolysierten Carbonfasern aufgesprühte Avivage soll sie vor mechanischen Bearbeitungs- und Umlenkvorgängen schützen und gleichzeitig ein Gleiten der Fasern untereinander erlauben.

Der Avivage kommt als weitere Aufgabe die Haftvermittlung der Fasern zur Matrix zu. Verschiedene Avivagen beeinflussen die Haftvermittlung unterschiedlich, so kann man auswählen, welche die möglicherweise kontroversen Aufgaben bestmöglich erfüllt.

Neben der rein chemischen Bindung der Matrix an die Carbonfaser wird die Oberflächenstruktur der Faser modifiziert, indem Polymere aufgepropft werden. Dieses Verfahren verstärkt die Faser-Matrix-Bindung zusätzlich.

Die Stapelfasern werden zusammen mit einem thermoplastischen Polymer zu einem Garn gesponnen und dann zu einer textilen Fläche verarbeitet. Die Struktur eines Stapelfasergarnes erlaubt durch Gleiten der Fasern eine Verstreckung, wie sie im Bearbeitungsprozess zwangsweise erfolgt. Das ist ein Vorteil beim Drapieren des Textils, denn die höhere Dehnbarkeit des Garns minimiert strukturelle Störungen beim Umlenken von Kanten.

In einer Heißpresse wird das textile Halbzeug zu einem Bauteil geformt. In der Presse schmilzt der thermoplastische Anteil des Garns und bildet die Matrix des entstehenden Verbundwerkstoffes.



*Recycelte Carbonfasern und Garn daraus*

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts sollen den Lebenszyklus von Carbonfasern deutlich verlängern und beweisen, dass ihre Wiederverwertung auch für automatisierte Prozesse möglich ist. Denn dadurch erschließt sich die Eignung für den industriellen Einsatz – als wichtige Voraussetzung für die Verwirklichung des geschlossenen Recyclingsystems.

Weitere Informationen:

**Dr. Elisabeth Giebel,**

Intelligente textile Materialien

und Hochleistungsfasern,

ITCF Denkendorf,

Telefon +49 (0) 7 11/93 40-102,

E-Mail: [elisabeth.giebel@itcf-denkendorf.de](mailto:elisabeth.giebel@itcf-denkendorf.de),

[www.itcf-denkendorf.de](http://www.itcf-denkendorf.de)



*Mit Polystyrol gepropfte Carbonfaser*

## CF100 – Lasertechnik entfernt Fremdfasern aus Carbonfaserrezyklaten

**Das STFI e.V. untersuchte im Rahmen des IGF-Vorhabens „CF100“ innovative Wege zur Entfernung von Fremdfasern. Als erfolgreich erwies sich der neue Ansatz, Lasertechnik zur gezielten Entfernung von Fremdfasern aus Carbonfaserrezyklaten zu verwenden.**

Nach der Aufbereitung von trockenen Gelegerten liegt ein Gemisch aus Carbonfasern (CF) und Fremdfasern vor (Abb. 1). Verunreinigungen können je nach Ausgangsprodukt (Gelege-/ Gewirkeart und Übernähungsgrad) mehr als 5 Gew.-Prozent ausmachen.

Bei der Weiterverarbeitung des Rezyklats fallen diese Fremdfasern insbesondere optisch negativ auf und implizieren beim Kunden einen Fehler bzw. eine Schwachstelle im Material. Die Fremdfasern müssen also aus dem Rezyklat entfernt werden, um ein qualitativ hochwertiges, sortenreines Produkt im Markt platzieren zu können.



Abb. 1: Carbonfaserrezyklat nach einstufigem Reißprozess

einerseits Fremdfasern hundertprozentig als auch andererseits Carbonfasern so wenig wie möglich auszuschleusen. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag auf den Einsatzmöglichkeiten vorhandener Technik, basierend auf der Auswahl produktspezifischer Bearbeitungsparameter.

Im Labormaßstab wurden zunächst mit spektrometrische Untersuchungen die Absorptions-, Transmissions- und Reflexionskennwerte ermittelt, wobei signifikant hohe Unterschiede in den Absorptionsbanden identifizieren wurden. In anschließenden Bestrahlungsversuchen im Technikum des Laser Zentrum Hannover e.V. wurden die Fremdfasern durch den Energieeintrag sublimiert (Abb. 2).

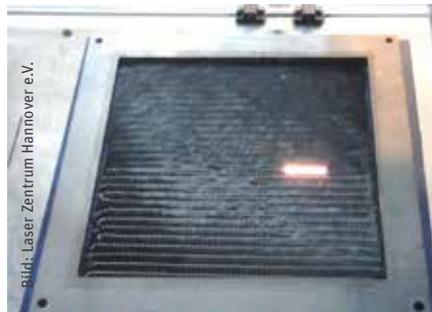


Abb. 2: Einwirkung des Laserstrahls auf die zu entfernenden Nähgarne

fikanten Veränderung der Festigkeiten bzw. E-Module durch die Lasereinwirkung kommt.

Die Herstellung von Vliesstoffen aus den bestrahlten Rezyklaten im Technikum des STFI e.V. verlief ebenfalls problemlos. Zur Bewertung der späteren Einsatzmöglichkeiten wurden abschließend Prüfplatten aus bestrahltem und unbestrahltem Material hergestellt. Zug- und Biegeprüfungen zeigten, dass das bestrahlte Material vergleichbare Eigenschaften wie das unbestrahlte aufweist. Biegefestigkeiten und Biege-E-Module konnten sogar um bis zu 30 Prozent gesteigert werden.

Man kann also festhalten, dass sich Lasertechnologie zur Entfernung von Fremdfasern aus Carbonfaserrezyklaten prinzipiell eignet.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. (BA) Marcel Hofmann,**

Telefon +49 (0) 3 71/52 74-205,

E-Mail: marcel.hofmann@stfi.de,

**Dipl.-Ing. (FH) Dirk Wenzel,**

Telefon +49 (0) 3 71/52 74-238,

E-Mail: dirk.wenzel@stfi.de,

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.

(STFI), Chemnitz,

www.stfi.de

### Die Möglichkeiten von gebündeltem Licht

In der klassischen Verfahrenstechnik wird bislang aufgrund von Materialeigenschaften getrennt, etwa Oberflächennetzbarkeit (Flotation, Aufschwämmung), Dichte (Zentrifugation), Partikelgröße (Windsichten), Oberflächenbeschaffenheit (optische Detektion und Austragung) oder Leitfähigkeit (triboelektrische Separation). Ein neuer Ansatz ist nun die Lasertechnologie, um

### Viel versprechende Ergebnisse

Die im Ergebnis der Versuche erhaltenen reinen Carbonfasermaterialien wurden zunächst textilphysikalisch geprüft und anschließend hinsichtlich ihrer Verarbeitbarkeit in textilen Prozessen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass es zu keiner signi-

Das IGF-Vorhaben 18169 BR der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Berlin, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

## Neuartige Organobleche aus recycelten Kunststofffasern

**Auf ein „echtes“ Recycling von Carbonabfällen zu Strukturbauteilen zielt das Forschungsprojekt InTeKS, „Innovative Textilstrukturen aus Kohlenstoff-Stapelfasern“. Recycelte C-Stapelfasern sollen in einem Umwindespinverfahren zu rCF-Garnen gesponnen und daraus Faser-Kunststoff-Verbundbauteile (FKV) hergestellt werden.**

Mit dem – durchaus erfreulichen – Anstieg an verwendeten Carbonfasern (CF) insbesondere im Automobilbau geht auch ein Anstieg an CF-Abfällen einher. Sie werden heute noch maßgeblich durch die Produktion von FKV verursacht, doch schon in den nächsten Jahren werden End-of-Life-Abfälle das Volumen deutlich steigern.

### Recycling als Königsweg

Bislang können Carbonabfälle lediglich in Form von endlichen, regellos angeordneten Recycling-C-Fasern (rCF) (Abb. 1) wiederaufbereitet werden, die nur in semi-strukturellen Bauteilen verwendet werden. Ein „echtes“ Recycling hin zu Strukturbauteilen wird aktuell noch erforscht.

So zum Beispiel im Gemeinschaftsprojekt InTeKS. Ziel ist, FKV aus recycelten C-Stapelfasern herzustellen, die in einem Umwindespinverfahren zu rCF-Garnen (Abb. 2) gesponnen werden. Das verantwortliche Konsortium bildet dabei die gesamte Prozesskette von der Aufbereitung der rCF über die Garn- und textile Halbzeugherstellung bis zur Organoblechfertigung sowie deren Ver-

arbeitung zu einem Demonstratorbauteil ab (Abb. 3). Neben der Weiterentwicklung von Materialien und Prozessen wird auch ein Simulationsmodell für die Auslegung von FKV auf Basis von rCF entwickelt.

### Thermoformen der Organobleche

Der strukturelle Aufbau der Stapelfaser, aus denen die neuartigen Organobleche bestehen, erlaubt ein Gleiten der Einzelfilamente während der Verarbeitung im schmelzflüssigen Zustand der Matrix. Der Effekt ähnelt dem plastischen Fließen von Metallblechen beim Tiefziehprozess. Dies verspricht eine höhere Drapierbarkeit im Vergleich zu konventionellen Gelegen, was die mögliche Bauteilkomplexität und damit das Leichtbaupotenzial erhöht. Zum Projektende soll dies mit einem Schikane-Bauteil demonstriert werden.

Weitere Informationen:

**Christian Goergen,**

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

(IVW), Kaiserslautern,

Telefon +49 (0) 6 31/20 17-269,

E-Mail: christian.goergen@ivw.uni-kl.de,

www.ivw.uni-kl.de



Abb. 1: Recycelte Carbonfasern



Abb. 2: rCF-Garn nach dem Umwindespinnen



Abb. 3: Konsortium und Ablauf des Projekts InTeKS (Prozesskette)

Das Projekt „InTeKS“ (Innovative Textilstrukturen aus Kohlenstoff-Stapelfasern; Entwicklung eines neuartigen plastisch verformbaren Organobleches) wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen VP208834TA4).



Bei Bedarf ist Carbiso™ Chopped CF in großen Mengen verfügbar.

## GESCHLOSSENER KREISLAUF

### Recycelte Carbonfasern ebnen den Weg für kostengünstige Leichtbau-Strukturen

**Die Idee ist einfach: Produkte aus Recyclingmaterial werden regulär weiterverarbeitet und dem Carbon-Produktkreislauf wieder zugeführt. So reihen sich kosteneffizient hergestellte Recyclingerzeugnisse erneut in den Produktionszyklus von Leichtbaustrukturen ein und geben ihm gleichzeitig neue Impulse.**

Die weltweit erste und größte umfassende Wiederaufarbeitungsanlage für Carbonfasern ist das ELG Carbon Fibre (ELG CF)-Werk in Großbritannien. Der gesamte Recyclingprozess bleibt hier in einer Hand, von der Klassifizierung und Vorbereitung des Ausgangsmaterials über die eigentliche Carbonfaserrückgewinnung bis zur Fertigung von spezifischen Produkten aus den gewonnenen Stapelfasern. Besonderes Interesse daran zeigen die Transport-, Elektronik- und Beschichtungsindustrie sowie der Öl- und Gassektor.

#### Der Abfallkreislauf

Carbonfaser-Abfall entsteht entlang der gesamten Lieferkette, von der Faserherstellung über die Produktion von Zwischenprodukten (Gelege, Prepregs) bis zur Fertigung der eigentlichen Bauteile. Am meisten fällt freilich in der Luftfahrt- und Automobilindustrie an.

Es ist entscheidend, dass die Industrie in der Produktion und Verarbeitung von Carbonfasern auf einen geschlossenen Material-

zyklus über die gesamte Lebensdauer der Faser hinarbeitet. Mit der Wiederverwendung von Produkten aus recyceltem Carbon befriedigt ELG CF einerseits die Nachfrage nach geeignetem Ausgangsmaterial und bietet andererseits gleichzeitig erhebliche Kosten- und Umweltvorteile.

#### Die Produktpalette

Am meisten nachgefragt wird Carbiso™ Milled CF aus gewalzten Fasern. Sie eignen sich bestens für Bauteile zur duromeren und thermoplastischen Anwendung und werden daher gern für leichte Unterwasser-Komponenten in der Öl- und Gasförderung verwendet. Die Fasern leiten sehr gut und wirken in Polymerverbunden und -beschichtungen antistatisch.

Carbiso™ Chopped CF ist in Standardlängen von 6 bis 12 mm erhältlich und eignet sich besonders, um thermoplastischen Komponenten belastbarer und steifer zu machen. Die außerordentlich anpassungsfähigen Carbiso™ Non-Woven Mats schließlich bieten sich für komplexe Formen und Bauteile an.

Dieses robuste Material besteht entweder aus 100 Prozent Carbonfasern (Carbiso™ M) oder aus einer Mischung aus Carbon- und thermoplastischen Fasern (Carbiso™ TM).

#### Die Zukunft

Bei ELG Carbon Fibre geht man davon aus, dass künftig der Transportsektor am stärksten wachsen wird – und mit ihm auch die Nachfrage aus diesem Bereich. Je mehr recycelte Carbonfasern in den Fahrzeugen von morgen verarbeitet sind, desto preisgünstiger werden diese Leichtbau-Modelle und desto weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen sie. So können Unternehmen die gesetzlichen Bestimmungen erfüllen und auch die Altfahrzeugrichtlinie der EU mittragen.

Weitere Informationen:

**ELG Carbon Fibre,**  
GB-Coseley,  
Telefon +44 (0) 19 02 406 010,  
E-Mail: [contactus@elgcf.com](mailto:contactus@elgcf.com),  
[www.elgcf.com](http://www.elgcf.com)

## Neues Verfahren zur Herstellung lastpfadgerechter Preforms

**Für den Wiedereinsatz von recycelten Carbonfasern oder primären Rovings entwickelte Voith Composites einen neuartigen Preformingprozess und validierte ihn erfolgreich mithilfe einer Prototypenanlage.**

Im Rahmen des F&E-Projektes MAI Pop („Schnelles Preforming mit Verschnittoptimierung“) entwickelte Voith Composites einen innovativen Preformingprozess zum Einsatz von recycelten Carbonfasern und anderen Fasermaterialien. Das additive „Voith-Langfaser-Preforming-Verfahren“ (VLP) basiert auf der schnellen und präzisen Ablage von Faserabschnitten zu zweidimensionalen Platinen. Diese können in einem zweiten Prozessschritt zu geometrisch hochkomplexen Preforms tiefgezogen werden (Abb. 1).

### Vorteile des Verfahrens

Übliche Probleme von endlosfaserverstärkten Textilien wie Ondulationen und Faltenbildung werden dabei durch die diskontinuierliche Faserstruktur weitgehend eliminiert. Zu verarbeitende Fasern können bandförmige Halbzeuge aus recycelten Carbonfasern (rCF) oder auch Rovings aus Carbon, Glas oder Naturfasern sein. In einer weiteren Ausbaustufe ist die Verarbeitung von thermoplastischen oder duromeren Prepregs geplant.

Mit der Faserablage können selbst gekrümmte Faserbahnen erzeugt werden. Das ermöglicht eine große Designfreiheit, in der sich die Eigenschaften des Fasermaterials optimal ausnutzen lassen. Ein weiterer wesentlicher Vorteil des Verfahrens besteht in der Möglichkeit, die Fasern endkonturnah abzulegen sowie lokale Verstärkungen zu realisieren. Dadurch kann Verschnitt signifikant reduziert oder sogar gänzlich vermieden werden.

### Schnelligkeit zählt

Mit dem Fokus auf der Einsatzfähigkeit in einer Automobilgroßserie wurde das Verfahren konsequent auf eine hohe Geschwindigkeit ausgelegt. In der Prototypenanlage (Abb. 2) sind derzeit real gemessene Ablegeraten von 5–10 kg/h

möglich, in einer Serienanwendung kann der Prozess auf Ausbringungsmengen von weit über 100 kg/h skaliert werden.

Um eine durchgängige CAE-Prozesskette zu realisieren, werden in dem F&E-Projekt MAI Form derzeit geeignete Simulationsmethoden zur Abbildung des Umformverhaltens der Faserplatten entwickelt (Abb. 3).

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Jaromir Ufer,**  
Voith Composites GmbH & Co. KG,  
Garching,  
Telefon +49 (0) 89/3 20 01-800,  
E-Mail: [composites@voith.com](mailto:composites@voith.com),  
[www.voith.com/composites-de](http://www.voith.com/composites-de)



Abb. 2: Prototypenanlage zur Prozesserverprobung



Abb. 1: Komplexe Preform



Abb. 3: Abbildung der Faserabschnitts-Verteilung nach einer numerischen Simulation der Umformung

---

# AUSLEGUNG & CHARAKTERISIERUNG

---



## Geometriegestaltung und Formfindung von CFK-Bauteilen durch simulationsbasierten Ansatz

**Der Entwicklungsdienstleister ARRK|P+Z Engineering verfolgt bei der Produktentwicklung mit Verbundwerkstoffen eine simulationsgetriebene Strategie. Das macht nicht nur den Prozess transparenter, die Konzeption von Material und Design anhand der Lastpfade ermöglicht auch eine ideale Geometrieauslegung ohne unnötiges Gewicht.**

Werden Bauteile aus faserverstärkten Werkstoffen mit klassischen Verfahren konstruktiv ausgelegt, entsteht ein zwar materialbedingt leichtes Bauteil, das aber nicht so leicht ist, wie es sein könnte, mithin seine Vorteile nicht optimal ausspielt. Die neue, auf Composites zugeschnittene Herangehensweise geht daher stattdessen vom Baubereich, den Entwicklungszielen und Anwendungsanforderungen aus und ermöglicht es, die speziellen Eigenschaften der Werkstoffe auch wirklich zu nutzen.

### Geometrie und Material passend zu Lastpfaden

Zunächst werden dazu mittels Topologieanalyse die Hauptlastpfade festgelegt. So kann bereits sehr früh beurteilt werden, wo ein- oder multi-axiale Lasten anfallen, was die Zahl nötiger Entwicklungsschleifen minimiert. Bei der Gestaltung eines entsprechenden Designentwurfs werden bereits geeignete Werkstoffkonfigurationen und Faserverläufe gewählt, welche die wirkenden Kräfte im Idealfall auch ohne Verstär-

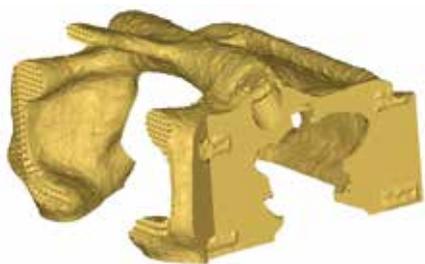
kungen ausgleichen können. Ein interdisziplinäres Vorgehen ist hierbei essentiell, da unter anderem über die Bauweise entschieden wird. Mit der Topologie als Basis können zudem die Kraftflüsse berücksichtigt und Geometrien so gewählt werden, dass Trennbereiche in weniger belastete Zonen fallen, was die Robustheit erhöht und den Verbindungsaufwand reduziert.

### Detaillierung in mehreren Stufen

Für das Pre-Processing wird ein entsprechendes CAD-Modell erstellt. Dabei sollten Shell-Elemente in einer Netzfeinheit verwendet werden, die eine gleichmäßige Spannungsverteilung gewährleisten. Zusätzlich muss auf die Bauweise, die Element-Ausrichtung und den Lagenaufbau geachtet werden. Schraub-, Bolzen- und Klebeverbindungen werden im Grobmodell mittels Rigid-Body-, Balken- oder Solidelementen ausreichend getreu abgebildet. Für Detailbetrachtungen sollten versagenskritische Stellen jedoch separat verfeinert werden. Für das Post-Processing ist noch stärker auf

die richtigen Einstellungen zu achten: Die Auswertung sollte bei Verbundwerkstoffen immer in einem Material- oder einem darauf ausgelegten Elementkoordinatensystem erfolgen und bei Schalenelementen die Auswertungsstelle berücksichtigt werden. Generell sind Anstrengungen Fehlerindizes vorzuziehen, da sie eine linear skalierbare Aussage über die Belastung treffen.

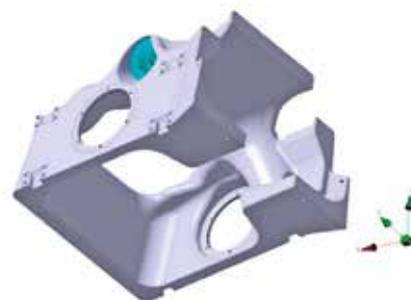
Ausgehend von der Simulation werden die Geometrie, der Lagenaufbau und die Faserorientierung optimiert und überprüft. Damit die finale Konstruktion alle Anforderungen erfüllt, ist zusätzlich das Know-how der Ingenieure erforderlich: Neben der Generierung eines Designkonzepts mit den nötigen Dicken und Faserausrichtungen und dessen Umsetzung bzw. Optimierung über die Gestaltung des Laminats und der Lagenbündel, sind insbesondere bei der Ermittlung der idealen Stapelreihenfolge manuelle Eingriffe angeraten, da aktuelle Solver hier noch nicht ausreichend unterstützen können. Ebenso ist zu entscheiden, ob die Verbindungstechnik ausreichend präzise abgebildet wurde. Zum Abschluss sollte alle



*Das Verfahren führt zu ungewöhnlichen Designvorschlägen, die jedoch den Besonderheiten und der Anpassungsfähigkeit der Verbundwerkstoffe Rechnung tragen und so mit wenig Materialeinsatz eine hohe Funktionalität erreichen.*



*Bereits in der Konzeptphase spielen auch Erwägungen hinsichtlich des Materials, der Bauweise, der Verbindungen und der Fertigungstechnik eine wichtige Rolle, um eine ideale Geometrie zu finden, die alle Vorteile eines Verbundwerkstoffes nutzt.*



*Aus dem Konzeptvorschlag wird erst im zweiten Schritt eine realistische Geometrie abgeleitet. So wird beim simulationsbasierten Ansatz die Form direkt aus den Anforderungen entwickelt, statt sie umständlich anzupassen.*

Lastfälle nochmals simuliert und zusätzlich auch praktische Tests des Bauteils vorgenommen werden.

### Transparenz schaffen

Generell lässt sich sagen, dass mittels eines simulationsgestützten Ansatzes Composite-Bauteile heute schnell und unter Ausnutzung aller Vorteile entwickelt werden können. Ein mindestens ebenso wichtiger Aspekt ist, dass damit die Entwicklungsprozesse transparent werden, was zu ihrer Akzeptanz im industriellen Umfeld beiträgt. „Daneben brauchen wir aber auch feste Normen und einheitliche Toolandschaften, um Unternehmer, die die Berechenbarkeit von Stahl gewohnt sind, von der Verlässlichkeit faserverstärkter Kunststoffe zu überzeugen“, erklärt Monika Kreutzmann, CoC Composites-Leiterin bei ARRK|P+Z Engineering. Sie engagiert sich daher mit ihren Kollegen

auch in den internationalen Fach-Netzwerken MAI Carbon und dem Carbon Composites e.V., die daran arbeiten, die Standardisierung voranzutreiben.

Weitere Informationen:

**Dr. Thomas Burkhart,**

Gruppenleiter Technische Berechnung & Simulation,

**Monika Kreutzmann,**

Leiterin des Center of Competence (CoC)

für Composites,

ARRK|P+Z Engineering, München,

Telefon +49 (0) 89/31 85-70,

E-Mail: info@puz.de,

www.puz.de



*Die Eigenschaften des Verbundwerkstoffs basieren unter anderem auf dem Faservolumen, der Halbzeugart, der Matrix und dem Fasertyp. Alle Variablen bis hin zur Verarbeitungsweise lassen sich passend zu den ermittelten Anforderungen und Lasten wählen, um den am besten geeigneten Werkstoff zu verwenden.*

## Faser schonende Verarbeitung von Carbon-Filamenten und Rovings

**topocrom**  
carbonprocessing

**TOPOCROM® carbonprocessing Oberflächen erhöhen die Prozesssicherheit. Verspleissung und Fadenbrüche werden wesentlich reduziert.**

### 40 Jahre Erfahrung in der Beschichtung von Filament führenden Teilen

TOPOCROM® ist Technologieführer in diesem Sektor. Die Erfahrung und Forschung aus der klassischen Textilmaschinenindustrie konnte im Bereich der Verarbeitung von Carbonfasern und Rovings erfolgreich genutzt werden.

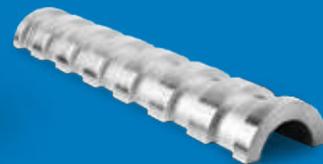
### TOPOCROM® carbonprocessing Oberflächen-Beschichtung im geschlossenen Reaktorverfahren

Herstellung von exakt definierten Oberflächenrauheiten und Oberflächentopografien

- halbkugelförmig
- stochastisch
- hart und verschleißfest

### Vorteile bei der Nutzung der TOPOCROM® carbonprocessing Oberfläche

- Hohe Standzeiten der Bauteile
- Gute Flüssigkeitsführung und Benetzbarkeit der Funktionsoberfläche
- Hervorragende Gleiteigenschaften für Carbon-, Aramid-, Glas-, Keramik- und Basaltsteinfasern



**Topocrom GmbH**

Hardtring 29 • 78333 Stockach/Deutschland  
Tel. 0049 (0)7771 93 630 • info@topocrom.com

**www.topocrom.com**

# ON- UND OFFLINE HAND IN HAND

## Rückführung von Fertigungswissen als zentrales Mittel der Prozessoptimierung

**SWMS Systemtechnik entwickelte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) eine Architektur für den Informationsrückfluss und die automatische iterative Optimierung der Bahnplanung. Gebündelt werden diese Technologien in der hauseigenen Software CAESA® Composites.**

Nach wie vor werden AFP-Anlagen mühsam unter Einhaltung strenger Regeln manuell und mit großem Zeitaufwand programmiert. Fehlstellen im Laminat werden in Prüfverfahren zwischen den einzelnen Fertigungsschritten lokalisiert und klassifiziert. Fehlerhafte Bauteile durchlaufen so einen Großteil der Prozesskette und verursachen Mehrkosten, ohne zur Wertschöpfung beizutragen. Online-Inspektionen und automatisierte Anpassung der Bahnprogrammierung können helfen, solche Probleme zu vermeiden. So kann etwa eine thermographische Überwachung im AFP-Prozess Fehlstellen bereits während der Ablage erkennen und klassifizieren. Ein Mapping des TCP auf das Bauteil kann die Lage der auftretenden Fehlstellen ebenfalls direkt bestimmen.

Der zweite Optimierungsschritt besteht in der Anpassung der Bahnplanung. Dazu erzeugt ein Bahnplanungsalgorithmus automatisch durch ein iteratives Verfahren Courses zur Fertigung des Laminats unter Berücksichtigung der vorgegebenen Fertigungsanforderungen. In einer Lage werden die Courses so ausgerichtet, dass sich alle enthaltenen Gaps und Overlaps im Rahmen der vorgegebenen Toleranzen befinden und gleichzeitig Ondulationen in den Tows verhindert werden. Als lernender Prozess lei-

tet der Algorithmus weitere Regeln aus den Erfahrungswerten der Onlineüberwachung ab, um auch für neue Bauteile Ergebnisse zu erzielen, die den hohen Strukturanforderungen der Luftfahrtindustrie und Automobilbranche gerecht werden.

Den Informationsfluss zwischen dem physikalischen und dem virtuellen System setzte SWMS Systemtechnik in Kooperation mit dem IFW Hannover um. Hierbei kommt das Wissen der Fertigungsingenieure in Form von Qualitätsanforderungen an das Bauteil und den automatisch ausgewerteten Daten aus der ther-

mografischen Fertigungsüberwachung zum Tragen. Die Macher sind überzeugt, dass das System im Rahmen von Industrie 4.0 das „time to market“ für Bauteile aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff positiv beeinflusst.

Weitere Informationen:

**Lars Windels,**

SWMS Systemtechnik

Ingenieurgesellschaft mbH, Oldenburg,

Telefon +49 (0) 4 41/96 02 10,

E-Mail: windels@swms.de,

www.swms.de



*Lernende Bahnplanung auf Basis gewonnener Fertigungsergebnisse*

# SCHON IMPRÄGNIERT

## Anlagentechnik zum Herstellen vorimprägnierter thermoplastischer Tape-Halbzeuge

**Wissenschaftler des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der Technischen Universität Dresden entwickeln eine Laboranlage zur endlosen Herstellung faserverstärkter thermoplastischer Tape-Halbzeuge mit spezifisch auf den Folgeprozess angepassten Eigenschaften.**

Thermoplastische Matrixmaterialien eignen sich dank ihrer günstigen Verarbeitungseigenschaften sehr gut für industriell-

le Großserienprozesse. Faser-Thermoplast-Verbunde (FTV) können effizient und kostengünstig hergestellt werden, wenn in der

Bauteilherstellung vorimprägnierte Tape-Halbzeuge verarbeitet werden. Flecht- und Wickelverfahren ermöglichen die au-

tomatisierte Ablage der Tape-Halbzeuge mit höchsten Ablageraten, stellen jedoch spezifische Anforderungen an ihre Geometrie- und Verformungseigenschaften. Aktuell werden Tape-Halbzeuge in breiten Bahnen gefertigt und durch aufwendige und kostenintensive Schneidprozesse für die weitere Verarbeitung vorbereitet.

Die am ILK entwickelte Anlagentechnik ermöglicht die spezifisch auf den Folgeprozess angepasste Herstellung von Tape-Halbzeugen. Dadurch wird das Schneiden eingespart und es sind höhere Tape Qualitäten möglich. Die am ILK umgesetzte Laboranlage erlaubt es, Tape-Halbzeuge kontinuierlich mit anwendungsangepasster Faser-Matrixkombination im Schmelzeimprägnierverfahren herzustellen. Die erreichte Reiboptimierung der Fadenführung und des Imprägnierwerkzeugs reduziert Faserschädigung, was zu einem schnelleren Abzug und günstigeren mechanischen Eigenschaften führt. Außerdem lässt der flexible und modulare Aufbau des Imprägnierwerkzeugs eine einfache und kostengünstige Adaption der Tape-Querschnittsgeometrie zu.



Bereits hergestellte Fertigungsmuster (links: 3mm CF-PA6 / rechts: 6mm BF-PA6)

Bereits erfolgreich hergestellt wurden kohlenstoff- und basaltfaserverstärkte Tapes mit Polyamid-6-Matrix in den Breiten 3 und 6 mm und Abzugsgeschwindigkeiten von bis zu 5 Meter pro Minute. Die produzierten Halbzeuge weisen eine gute Imprägnierqualität und geringe Porosität auf. Der erreichte Faservolumengehalt liegt bei bis zu 55 Prozent. Aktuelle Forschungsaktivitäten am ILK richten sich neben einer steten Erhöhung der Prozessproduktivität auf die Erweiterung des Prozessverständnisses und die Herstellung funktionalisierter Tape-Halbzeuge.

Weitere Informationen:  
 Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), Technische Universität Dresden,  
**Dr.-Ing. Alexander Rohkamm**,  
 Telefon +49 (0) 3 51/4 63-39437,  
 E-Mail: alexander.rohkamm@tu-dresden.de,  
**Dipl.-Ing. Robert Schirner**,  
 Telefon +49 (0) 3 51/4 63-42316,  
 E-Mail: christian.garhaus@tu-dresden.de,  
 www.tu-dresden.de



## Der Corporate Publisher für Bayerisch-Schwaben

Kundenmagazine, Mitarbeiterzeitschriften, Geschäftsberichte – Kommunikation für den Mittelstand:  
 Aus der Region für die Region. Das ist die Stärke des vmm wirtschaftsverlags. Unsere Kunden können sich auf ein Full-Service-Paket von der Idee bis zum fertigen Produkt verlassen. Print + Digital.

vmm wirtschaftsverlag GmbH & Co. KG · Kleine Grottenau 1 · 86150 Augsburg · www.vmm-wirtschaftsverlag.de



## Punktförmiges Verbinden von tragenden Sandwichstrukturen

„PuVerSand“ steht für das Forschungsprojekt „Entwicklung von Konzepten und Auslegungsstrategien zum punktförmigen Verbinden von innovativen, strukturell tragenden Sandwichstrukturen“. Die Ergebnisse sollen branchenübergreifend nutzbar sein.

Sandwichstrukturen eignen sich sehr gut als tragende und sogar crashrelevante Bauteile in Fahrzeugen. Wohnmobilhersteller zum Beispiel wissen um diesen Vorteil und nutzen ihn bereits in Form von Dach-, Seiten- und Bodenelementen. Um jedoch das volle Leichtbaupotenzial dieser Bauweisen ausnutzen zu können, mangelt es oft noch an geeigneten Fügekonzepten.

Im internationalen und interdisziplinären Forschungsprojekt „Entwicklung von Konzepten und Auslegungsstrategien zum punktförmigen Verbinden von innovativen, strukturell tragenden Sandwichstrukturen“ – PuVerSand – werden unterschiedliche Verbindungskonzepte gegenübergestellt. Ziel des Projekts ist es, punktförmige und lösbare Fügeverfahren für Sandwichstrukturen zu entwickeln sowie das Gesamtverbundsystem von der Auslegung bis zum Fertigungsprozess zu optimieren. Unter der Leitung des Instituts für Fahrzeugkonzepte des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) arbeiten die Fraunhofer-Institute für Kurzzeitdynamik sowie für Werkstoffmechanik und das Naturwissenschaftliche und Medizinische Institut der Universität Tübingen ein Jahr lang am Erreichen dieses Ziels.

Im Fokus stehen dabei drei grundlegend unterschiedliche Verbindungselemente: Spezielle Kunststoffschrauben und Reibschweißelemente, die von der Firma Ejot zur Verfügung gestellt werden, sowie geklemmte und geklebte Inserts von Secam Fixing Solutions aus Frankreich. Um den Einfluss unterschiedlicher Materialpara-



Einbringen spezieller Kunststoffschrauben in Sandwichmaterial

meter auf die Verbindungsfestigkeit zu untersuchen, werden Decklagen aus Aluminium und glasfaserverstärktem Kunststoff in Kombination mit unterschiedlichen Polymerschäumkernen betrachtet.

Am Ende des Projekts steht eine branchenübergreifende Auslegungsstrategie. Sie soll bei der Auswahl eines werkstoffgerechten Fügekonzepts helfen, Hinweise auf den optimalen Applikationsprozess geben und die Simulierbarkeit von gefügten Sandwichstrukturen darstellen. Die Auslegungsstrategie wird an generischen Strukturen erprobt, die aus realen Anforderungen an die Wohnmobilstrukturen des Projektpartners Hymer abgeleitet werden.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Gundolf Kopp,**  
Forschungsfeldleiter, Leichtbau und Hybridbauweisen, Institut für Fahrzeugkonzepte, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Stuttgart,  
Telefon +49 (0) 7 11/68 62-593,  
E-Mail: gundolf.kopp@dlr.de

**Carmen Scholz,**  
Projektleiterin PuVerSand, DLR, Stuttgart,  
Telefon +49 (0) 7 11/68 62-591,  
E-Mail: carmen.scholz@dlr.de,  
www.dlr.de

PuVerSand wird vom Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg gefördert. Zu den Projektpartnern aus der Industrie gehören Hymer Wohnmobile, Fügeelementhersteller EJOT sowie SECAM Fixing Solutions, Klebstoffhersteller Sika, Softwareentwickler Dynamore, Leichtbau BW und Forschungscampus ARENA2036.

## Wetmolding und FiberForm zur alternativen Herstellung faserverstärkter Kunststoffbauteile

**Auf der diesjährigen JEC World Composites stellte Hersteller KraussMaffei neue Lösungen zur Herstellung von CFK-Bauteilen auf Basis sowohl duroplastischer als auch thermoplastischer Matrixsysteme vor. Im Fokus der Entwicklung stehen großserientaugliche Verfahren und Anlagen für Leichtbauteile vor allem für den Fahrzeugbau.**

Eine dieser Technologien zur Herstellung von Hochleistungsbauteilen auf Basis von carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) ist das Wetmolding, auch Nasspressen genannt. Im Vergleich zu klassischen Resin-Transfer-Molding-(RTM-)Verfahren wie HD-RTM (Hoch-Druck-RTM) und C-RTM (Compression-RTM) ist die Prozesskette beim Wetmolding einfacher, da der Preformprozess vollständig entfällt.

### Nasses Bett

Beim Wetmolding bringt ein Mischkopf das Harz, meist Epoxidharz, bahnenförmig auf das plan liegende Faserhalbzeug auf, das erst danach ins Werkzeug verbracht und dort in Form gepresst wird. Das bietet zwei Vorteile: Zum einen kann gleichzeitig bei einem Bauteil der Harzauftrag erfolgen, während das andere im Werkzeug aushärtet. Zum anderen entfällt das Füllen in der beheizten Form. Beides spart Zeit und führt damit zu kürzeren Taktzeiten. Dazu kommt ein hoher Automatisierungsgrad, der auch hohe Stückzahlen ermöglicht, und nicht zuletzt können so auch Recyclingfasern industriell verarbeitet werden.

Aktuelle Anwendungsbeispiele finden sich in der Großserienproduktion des neuen 7er BMW sowie des Elektroautos i8.

### Multifunktionale Verarbeitung

Im thermoplastischen Leichtbau kombiniert die von KraussMaffei entwickelte FiberForm-Technologie das Thermoformen von Halbzeugen, sog. Organoblechen, mit dem Spritzgießen in einem Arbeitsgang. Damit lässt sich das Festigkeitsniveau faserverstärkter Kunststoffbauteile weiter anheben.



*Anwendungsbeispiel: Im Wetmolding hergestellte Bodenoberschale für BMW*

Gewebe aus Endlosfasern werden in thermoplastischer Matrix aufgeheizt, im Spritzgießwerkzeug umgeformt und anschließend hinterspritzt. Dadurch können zusätzliche Versteifungen durch Rippen realisiert und weitere Funktionen integriert werden. Da sich die Produktion nahtlos in einen Spritzgießbetrieb einfügt, eignet sich das Verfahren sehr gut zur Herstellung leichter Strukturbauteile für Großserienanwendungen.

Weitere Informationen:

**Petra Rehmet,**

Pressesprecherin der Marke KraussMaffei,  
München,

Telefon +49 (0) 89/88 99-2334,

E-Mail: [petra.rehmet@kraussmaffei.com](mailto:petra.rehmet@kraussmaffei.com),

[www.kraussmaffei.com](http://www.kraussmaffei.com)

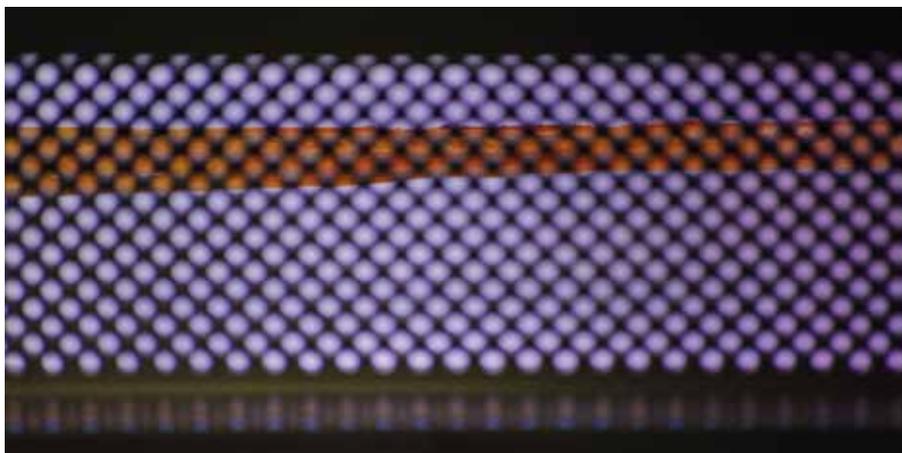
## Effiziente Herstellung von Kohlefasern mittels Mikrowellenplasmen

**Mit Plasmatechnologie kann man Kohlestofffasern deutlich effizienter herstellen. Der Effekt beruht auf einer gewissermaßen doppelten Erwärmung: mikrowellenbasierte Aufheizung der Fasern von innen und gleichzeitige Erwärmung durch die aktivierten Plasmaspezies von außen.**

Produktions- und Anlagenkosten bestimmen den Preis von Kohlenstofffasern. Die kohlenstoffhaltigen Ausgangsfasern (meist aus Polyacrylnitril, PAN) müssen oxidiert und karbonisiert werden, um eine graphitartige Struktur auszubilden. Mit zunehmender Behandlungstemperatur steigt der relative Kohlenstoffanteil der Fasern, damit sinkt aber auch der Wirkungsgrad der bisher verwendeten industriellen Anlagen.

Alternative Behandlungsmethoden sind deshalb wichtige Stellgrößen für eine effizientere Herstellung von Kohlenstofffasern. Eine der zurzeit vielversprechendsten Methoden, Behandlungstemperatur und -zeit signifikant zu senken, ist der Einsatz von Plasmatechnologie. Hauptvorteil des Plasmaprozesses ist die Kombination einer mikrowellenbasierten Aufheizung der Fasern von innen und die gleichzeitige Erwärmung durch aktivierte Plasmaspezies von außen. Dadurch ist der Wirkungsgrad einer Mikrowellenplasmabehandlung deutlich höher als beim konventionellen Ofenprozess.

Nur wenige Minuten dauert die Prozessierung bzw. Karbonisierung von PAN-Fasern mit einem am Fraunhofer IWS entwickelten skalierbaren Mikrowellen-Plasma-System. Sein Kern ist ein linear erweiterbarer, mit



*Faser, die durch die Plasmaentladung läuft*

einem Plasma-Gasgemisch gefüllter Hohlraum. In ersten Versuchen zeigte sich, dass mit einer Plasmabehandlung von nur zwei Minuten die Zugfestigkeit der PAN-Fasern um den Faktor 10 gesteigert werden konnte. Dabei betrug die Neutralgastemperatur in der Plasmaatmosphäre nur ca. 400 °C gegenüber 1.600 °C bei kommerziellen Systemen.

Weiterhin eignet sich die Plasmatechnologie hervorragend, um Kohlefasern schnell zu entschichten bzw. zu funktionalisieren. So können zum Beispiel kommerzielle epoxygeschichtete Kohlefasern mit einer Plasmabehandlung von 30 Sekunden

vollständig entschichtet werden. Zusätzlich führt die Plasmabehandlung zu einer signifikanten Steigerung der Anzahl von Carboxylgruppen auf der Faseroberfläche, was ideale Haftungsvoraussetzungen für Kunststoff-Matrices bietet.

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Gerrit Mäder,**

Gruppenleiter Plasmatechnik und Nanomaterialien, Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS), Dresden, Telefon +49 (0) 3 51/8 33 91-3262, E-Mail: [gerrit.maeder@iws.fraunhofer.de](mailto:gerrit.maeder@iws.fraunhofer.de), [www.iws.fraunhofer.de](http://www.iws.fraunhofer.de)

## IHRE NEWS – UNSER SERVICE



Redaktionsschluss für das nächste Carbon Composites Magazin ist der **12. August 2016**.

Gerne können Sie uns als Mitglied des CCeV Ihre Meldungen und Berichte schon vorher zusenden oder uns in Ihren Presseverteiler aufnehmen ([redaktion@carbon-composites.eu](mailto:redaktion@carbon-composites.eu)): Neueste Meldungen aus den Mitgliedsunternehmen veröffentlichen wir auch auf der Website des CCeV unter [www.carbon-composites.eu](http://www.carbon-composites.eu).

Weitere Informationen:

**Doris Karl**, Marketing, Kommunikation, CCeV,  
Telefon +49 (0) 8 21/26 84 11-04,  
E-Mail: [doris.karl@carbon-composites.eu](mailto:doris.karl@carbon-composites.eu)



# MIT DER RICHTIGEN FREQUENZ

## Mischen mit Ultraschallkavitation im Niederdruck-RTM-Verfahren

**Mitarbeiter des Anlagenbauers Dekumed und des Lehrstuhls für Carbon Composites (LCC) der TU München erforschten die kontaktarme Homogenisierung von Mehrkomponenten-Harzsystemen mithilfe von Ultraschallkavitation. Ein eigens entwickelter Prototypen-Mischkopf reduziert den Materialeinsatz für Prozesse mit Niederdruckanlagen deutlich.**

Konventionelle Niederdruckinjektionsanlagen arbeiten mit Scherelementen, die gereinigt oder gewechselt werden müssen. Im Projekt „HoMehr“ wurde ein neues Mischprinzip umfassend untersucht, vom „ersten Vorversuch mit dem Becherglas“ bis zur Realisierung eines Prototypen-Mischkopfes. Dieser musste vier Anforderungen genügen: Reduktion des eingesetzten Harzmaterials durch kleinvolumige Mischkammer, keine Einwegmischer, kein Spülzyklus und damit weder Spülkomponente noch Lösungsmittel sowie automatisierte Injektion im RTM-Verfahren.

In dem entwickelten Mischkopf werden durch Kavitation Mikroströmungen in Flüssigkeiten induziert und für die Homogenisierung von Mehrkomponenten-Harzsystemen genutzt. Das Mischprinzip wurde in „HoMehr“ umfassend getestet, um den Einfluss und die Interaktion der bei diesem Effekt prozessdominierenden Parameter auf die Materialkennwerte zu quantifizieren.

Basierend auf den Resultaten entstand eine vollständig automatisierte RTM-Injektionsanlage. Sie besteht aus einer Zwei-Komponenten-Dosieranlage, dem optimierten Ultraschallmischkopf und einer Heizpresse.

Die Anlage eignet sich für den Einsatz im RTM-Prozess. Verschiedene Glas- und Carbonfaserhalbzeuge und Harzsysteme wurden bereits verarbeitet. Dabei kamen zwei Harzsysteme zum Einsatz: ein langsam reagierendes, wie es zum Beispiel in Windkraft, Bootsbau und Prototypenbau eingesetzt wird, sowie ein schnell reagierendes Harzsystem, das für Mittel- und Großserien in der Automobilindustrie

verwendet wird. Die Mischqualität wurde anhand der mechanischen Kennwerte von Reinharz- und faserverstärkten Proben evaluiert. Die Verantwortlichen freuen sich besonders, dass sie mit dem Mischprinzip direkt die Kennwerte nach Spezifikation der Hersteller erreicht haben. Darüber hinaus zeigte sich, dass die Mischkammer prinzipiell mit einem Auswurfkolben gereinigt werden kann.

Nach dem erfolgreichen Auftakt möchte Dekumed diese Technik weiterentwickeln, um zum Beispiel interne Trennmittel oder Pigmente/Additive mit den Harzsystemen zu mischen (Allgemeingültigkeit).

Weitere Informationen:

**Robert Meier, Wolfgang Raffelt,**  
Dekumed Kunststoff und Maschinenvertrieb GmbH & Co. KG, Bernau a. Chiemsee,  
Telefon +49 (0) 80 51/9 67 33,  
E-Mail: rmeier@dekumed.de,  
wraffelt@dekumed.de,  
www.dekumed.de

**Maximilian Schäfer,**  
Lehrstuhl für Carbon Composites (LCC),  
TU München  
Telefon +49 (0) 89/28 91 57 77  
E-Mail: maximilian.schaefer@lcc.mw.tum.de,  
www.lcc.mw.tum.de



*Ausbreitung der Kavitationszone von Epoxidharz in einem Becherglas*



*Prototypen-Mischkopf mit Mischkammer und Ultraschallkonverter*

Dekumed und TU München danken der AiF für die Förderung des Projektes „HoMehr – Hochleistungultraschall für Mehrkomponenteninjektionsanlagen“ im Rahmen des ZIM-Programms.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# SOLIDE AUF SAND GEBAUT

## Cavus-Produktionstechnologie für die Fertigung von komplexen strukturellen Faserverbund-Hohlbauteilen

**Cavus basiert auf dem vorgeformten Spezialkern eines Hohlbauteils, der anschließend zu einer Preform umflochten und dann wieder ausgelöst wird. Vorzügliche Materialverwendung, hoch automatisierte Herstellung, kurze Zykluszeiten und erfreuliche Nachhaltigkeit sprechen für das Verfahren.**

Die größten Herausforderungen bei der Herstellung von Leichtbaustrukturen stellen komplexe strukturelle Hohlbauteile mit veränderlichem Durchmesser und Hinterschnitten dar – man denke etwa an einen CFK-Mountainbike-Lenker. Konventionelle Technologien ermöglichen eine Fertigung von integralen und komplexen Bauteilen nur begrenzt und sind meist mit sehr hohen Kosten verbunden.

Die unter dem Projektnamen „Cavus“ entwickelte Produktionstechnologie optimiert und verkettet die einzelnen Prozessschritte. Es ist als großserientechnisches Verfahren konzipiert, um komplexe strukturelle Hohlbauteile zu wettbewerbsfähigen Kosten fertigen zu können. Daher standen vor allem Automatisierbarkeit, kurze Taktzeiten, hohe Materialausnutzung und gute Recyclingeigenschaften im Vordergrund.



*Um die preisgekrönte Cavus-Technologie in einem Bauteil abzubilden, erwies sich ein komplex geformter, mit Hinterschnitten versehener CFK-Mountainbike-Lenker als perfekter Technologieträger.*

### Nachhaltiger Prozess

Der eingesetzte Kern eines Bauteils kann mittels Rapid Prototyping-Verfahren oder durch das aus der Gießereiindustrie bekannte Sandkernschießen hergestellt werden. Das anschließende Preformen mit Flechttechnologie ermöglicht eine hohe Effizienz bei gleichzeitig maximaler Materialverwendung.

Der Kern besitzt ausgezeichnete Temperatur- und Druckbeständigkeit von bis zu 300 °C und 200 bar. So kann er sehr gut im HP-RTM-Prozess verwendet werden. Unter Einsatz eines hochreaktiven PU-Matrixsystems können Zykluszeiten von 1,5 bis 2 Minuten erreicht werden. Und beim Auslösen des Kerns mit Wasser zeigt sich, wie nachhaltig der Prozess ist, denn es können bis zu 96 Prozent des Kernmaterials wiederverwendet werden.

### Preiswürdige Vorteile

Neben dieser wichtigen Recyclingfähigkeit des Kernmaterials sind die entscheidenden Vorteile der Cavus-Technologie die sicheren und im bewährten Prozesse sowie der effektive Materialeinsatz beim Kern, Preformen und im HP-RTM-Prozess. Zusätzlich ermöglicht Cavus eine hoch automatisierte und kostenoptimierte Fertigung von mittleren bis hohen Bauteil-Stückzahlen in hoher Leichtbaugüte.

Gleich bei seiner Vorstellung wurde das Entwicklungsprojekt Cavus auf der diesjährigen JEC World in Paris mit dem JEC Innovation Award der Kategorie RTM ausgezeichnet.

Weitere Informationen:

**Michael Wilhelm, Matthias Rawa,**  
KTM Technologies GmbH, Salzburg/Anif,  
E-Mail: [cavus@ktm-technologies.com](mailto:cavus@ktm-technologies.com),  
[www.ktm-technologies.com](http://www.ktm-technologies.com)

CAVUS ist ein interdisziplinäres Entwicklungsprojekt unter der Leitung von KTM Technologies mit den Partnern H2K Minerals, BASF und Teufelberger Composite.

---

# FERTIGUNG & BEARBEITUNG

---



# ERST RECHNEN, DANN SCHNEIDEN

Firmen- und aufgabenspezifische Nesting-Software verringert Prepreg-Verschnitt erheblich

**Im rheinland-pfälzischen Werk des Composites-Herstellers Capricorn trägt seit 2015 eine anforderungsspezifisch angepasste Software von Jetcam maßgeblich dazu bei, Ausschuss und damit Kosten in der Nesting- und Prepreg-Fertigung niedrig zu halten. Davon profitiert die Preisgestaltung ebenso wie die Umwelt.**

Hochleistungsbauteile aus Aramid-, Carbon- und Glasfaserverbundstoffen aus dem Hause Capricorn werden insbesondere in der Automobil- und Medizinindustrie geschätzt. Zu den namhaften Kunden gehören u.a. Porsche und Audi.

## Software-Problem Nesting-Produktion ...

Allerdings erwies sich die mit dem verwendeten CNC-Cutter gelieferte Software zunehmend als ungenügend. Sie arbeitete langsam, war kompliziert zu bedienen und erzeugte vor allem ineffiziente Nestings, wodurch viel Prepreg-Material verschwendet wurde.

Auf der Suche nach einer besseren Lösung legte das Unternehmen Eckpunkte für den Vergleich infragekommender Systeme fest. Materialeinsparung und Gesamtkosten waren die zwei wichtigsten Aspekte. Die neue Software sollte aber auch jeden beliebigen CNC-Cutter unterstützen und modular aufgebaut sein, um sie auch in Zukunft möglichst kostengünstig erweitern zu können.

## ... und seine Lösung

Die Wahl fiel auf Jetcam Expert Premium, kombiniert mit Jetcam Orders Controller (JOC) Premium Automation. Das System hatte schon bei Probeläufen um 15 Prozent bessere Ergebnisse bei der Nesting-Produktion geliefert als die vormalige Software.

Jetcam Expert Premium verarbeitet auch Informationen, die über ein integriertes CAD-Modul von einem Digitalisierungstablet von handgefertigten Ply-Vorlagen zugespielt werden. Dank der JOC-Softwareergänzung können zudem vorhandene CAD-(DXF- etc.) Dateien, insbesondere oft detailreiche Excel-Tabellen, automatisch importiert und verarbeitet werden. Mitar-



*Deutlich weniger Verschnitt dank neuer Software*

beiter schätzen sehr, dass sie ganze Kits per Drag-and-drop in Auftragslisten für ein Nesting ziehen können und dabei Mengen sowie das Nesting für verschiedene Materialien mit einem einzigen Click definieren.

Zudem setzte Jetcam während der Implementierung unpräzise Verbesserungs-wünsche des neuen Anwenders Capricorn um. So macht nun etwa die Übergabe von Rotations- und Spiegelungsinformationen mit der CSV für die entsprechenden CAD-Dateien den CAD-Import noch schneller.

Das Upgrade von JOC Premium Automation ist übrigens die CrossTrack Composite Manufacturing Suite. Sie bietet auch die Möglichkeit, Material und Materiallagerfähigkeit an allen Prozessorten rückzuverfolgen, vom Tiefkühlraum über den Cutter bis hin zum Kitting. Deren neueste Version, MLM Lite, hatte Jetcam auf der JEC World 2016 in Paris vorgestellt.

Weitere Informationen:

**Stefan Dragitsch,**

Sales Manager, Jetcam Composite GmbH,  
Hohenschäftlarn,  
Telefon +49 (0) 81 78/99 99-010,  
E-Mail: stefan@jetcamcomposite.com,  
www.jetcamcomposite.com



*Einfacheres Handling spart bis zu einem Fünftel Arbeitszeit.*

# NICHT ZU TIEF GEHEN

## Belastbare korrosionsfreie Direktverschraubung in CFK-Bauteile

**Ein von baier & michels entworfenes Direktverschraubungssystem ermöglicht eine kostengünstige, hoch belastbare und korrosionsresistente Verschraubung für CFK-Bauteile. Das führt zu geringeren Material- und Herstellungskosten, sorgt für längere Lebensdauer und größere Sicherheit der Bauteile und erlaubt nicht zuletzt sortenreines Entsorgen.**



Die korrosionsresistente Schraube b&m-Carbonplast® ...



... passt zum bauteilintegrierten Einschraubtubus b&m-Carbonconnect®.



Die Gewindegänge stehen orthogonal zum Faserverlauf, was die Delamination vermeidet.

Direktverschraubungen in Kunststoffen sind seit vielen Jahren gängige Praxis. Heute werden immer mehr Leichtbaustrukturen realisiert, vielfach mit endlosfaserverstärkten Kunststoffen. Dies sind vornehmlich CFK-Strukturen, die mit sehr dünnen Wandstärken ausgelegt werden können. Aber dieser Materialvorteil verhindert gleichzeitig eine lösbare direkte Schraubverbindung in das Kunststoffmaterial. Außerdem ergibt sich durch die Verbindung von CFK-Fasern mit metallischen Verbindungselementen ein Korrosionsproblem, das bisher die Anwendung teurer Titanwerkstoffe nötig machte.

### Und es geht doch

Zur Lösung dieses Problems hat das international ausgerichtete Verbindungstechnik-Unternehmen baier & michels ein Direktverschraubungssystem entwickelt, das aus dem bauteilintegrierten Einschraubtubus b&m-Carbonconnect® und der korrosionsresistenten Schraube b&m-Carbonplast® besteht. So sind belastbare Direktverschraubungen auch in CFK-Werkstoffen realisierbar.

### Passende Gegenstücke

Der b&m-Carbonconnect® ermöglicht eine Einschraubtiefe bis zu  $2 \cdot d$  ohne zusätzliche Materialanhäufung und vermeidet den Delaminationseffekt durch eine Faser-

umlenkung parallel zur Einschraubrichtung. Hierbei greifen die Gewindespitzen orthogonal zum Faserverlauf des Bauteils ein und leiten somit keine delaminierenden Querkräfte ein. Implementiert wird der b&m-Carbonconnect® entweder als Preform vor der Infiltrierung des Bauteils oder als Fertigteil, das verklebt oder einlaminiert wird.

Als darauf abgestimmtes Verbindungselement hat baier & michels GmbH & Co. KG die b&m-Carbonplast® entwickelt, eine Schraube aus einem austenitischen Werkstoff. Sie ist korrosionsbeständig und resistent gegen abrasiven Verschleiß und verfügt über eine materialflussoptimierte Gewindegeometrie.

Weitere Informationen:  
**Francesco Bassenauer**,  
Entwicklungsingenieur CFK-Verbindungstechnik,  
baier & michels GmbH & Co. KG,  
Ober-Ramstadt,  
Telefon +49 (0) 61 54/69 60-200,  
Email: support@baier-michels.com,  
www.baier-michels.com



Bild: Nürnberg Messe

Auf der Automotive Engineering Expo 2015 erhielt baier & michels das Prädikat „AEE Innovation Star 2015“ für sein Carbon-Direktverschraubungssystem.



Luftultraschall – Sensorträgersystem (hier in Kombination mit Laser-Sensoren)

Copyright: Fraunhofer IZFP/Luwe Belhäuser

## UNHÖRBAR AUFSCHLUSSREICH

Fraunhofer IZFP entwickelt Ultraschallprüfsysteme zur zerstörungsfreien Stoffkontrolle

**Zerstörungsfreie Konzepte zur Charakterisierung und Prüfung von Faserverbundmaterialien und Faserverbundbauteilen entwickeln die Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker des Fraunhofer IZFP in nachhaltiger Projektarbeit. Technologisch wird in diesem Zusammenhang besonders den ultraschallbasierten Verfahren großes Potenzial beigemessen.**

Trotz der herausragenden Materialeigenschaften von polymeren Faserverbunden kommt es bei ihrer Herstellung, Verarbeitung und Anwendung häufig zu qualitätsrelevanten Abweichungen und Veränderungen. So bilden sich zum Beispiel im Polymerharz manchmal Poren zwischen den Fasern, es kommt zu Fehlorientierungen von Faserbündeln, einzelne Schichten delaminieren und Risse entstehen. Daher ist die Bereitstellung einer neuen Generation von schnellen und robusten zerstörungsfreien Prüfverfahren (ZfP) zur Qualitätssicherung im Herstellungs- und Wartungsbetrieb unabdingbar.

Daher konzipiert und baut das Fraunhofer IZFP verschiedene Ultraschallprüfsysteme unter Verwendung von Einzelschwinger- und Array-Prüfköpfen. Sowohl Elektronikkomponenten als auch Steuer- und Auswerteprogramme werden im Haus entwickelt. Für die automatische Prüfung stehen Rastersysteme und robotergesteuerte Manipulation zur Verfügung. Simulationsgestützte Prüfung und schnelle 3D-Rekonstruktion in Kombination mit Bildverarbeitung bilden Arbeitsschwerpunkte.

### ... und ihre Erfolge

In der Datenauswertung befasst sich eine Arbeitsgruppe mit der quantitativen Qualitätskontrolle des (auch recycelten) Rohstoffs und daraus gewonnener Halbzeuge. Zugrunde liegt eine Analyse des Frequenz- und des Phaseninhalts von Ultraschallsignalen. Vordringlich werden Porosität und Eigenspannungen bestimmt, ebenso die mechanischen Eigenschaften der Fasern. Auch wird mit Ultraschall die Ermüdung von Kohlenstofffa-

ser-Verbundwerkstoffen, Kleb- und Füge-schichten sowie ihre Alterung untersucht. Hier gelang es, mithilfe von Hochfrequenz-Ultraschall den Rissfortschritt in Klebungen während der Alterung abzubilden.

Da bei vielen Werkstoffen die Oberflächen nicht kontaminiert werden dürfen, wurde am Fraunhofer IZFP zudem die Luftultraschallprüfung eingeführt und weiterentwickelt. Dieses ZfP-Verfahren bietet bei berührungsloser, mithin kontaminationsfreier Prüfung ein sehr gutes Fehlerauflösungsvermögen. Auch stark dämpfende Werkstoffverbunde, die mit einer klassischen Ultraschallprüfung nicht oder nur unzureichend prüfbar sind, können so geprüft werden.

Weitere Informationen:

**Dr. Ines Veile,**

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP), Saarbrücken, Telefon +49 (0) 6 81/93 02-3846, E-Mail: Ines.Veile@izfp.fraunhofer.de, www.izfp.fraunhofer.de

### Durchdringende Technologie ...

Am Fraunhofer IZFP widmen sich mehrere von Industrie und öffentlicher Hand geförderte Projekte der Entwicklung von innovativen zerstörungsfreien Konzepten zur Charakterisierung und Prüfung von Faserverbundmaterialien und -bauteilen. Als besonders vielversprechend erweisen sich dabei auf Ultraschall basierende Verfahren.

# DUROPLAST THERMOPLASTISCH VERARBEITEN

Weiterentwickelte A.S.Set-Technologien erreichen Serienreife

**Zwei Verfahren, die die Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH (LZS) in Zusammenarbeit mit dem Materialhersteller New Era Materials Sp. z o.o. (NEM) entwickelte, vereinfachen die Herstellung duroplastischer Hochleistungs-Faserverbundbauteile erheblich.**

Die vor zwei Jahren entwickelten Technologien Resin Powder Moulding (RPM) und Thermoset Sheet Forming (TSF) erhielten 2014 den AVK-Innovationspreis. Zwischenzeitlich wurden sie im LZS weiterentwickelt und stehen nun für Anwendungen sowohl im Klein- als auch im Großserienbereich zur Verfügung.

Beide grundlegenden Verarbeitungsverfahren, RPM wie TSF, verwenden modifizierte Epoxidharze mit thermoplastischen Verarbeitungseigenschaften. Diese speziellen Ausgangsstoffe vertreibt NEM unter dem Markennamen A.S.SET (Adjustable Simple Thermosets).

## Thermoplastische Verarbeitung

Für RPM und TSF werden Epoxidharze mittels spezieller Additive so modifiziert, dass sie wiederholt erweicht und somit thermoplastisch verarbeitet werden können. Je nach Verfahren werden die modifizierten Harze als Pulver (A.S.SET-Powder) oder plattenförmige Halbzeuge mit Endlosfaserverstärkung (A.S.SET-Sheets) angeboten.

Beim RPM wird das pulverförmige Harz mit einfacher Sprüh- oder Siebtechnik auf eine textile Preform aufgetragen. Bei Wärmezufuhr schmilzt das Pulver und die Preform kann durch einfaches Pressen infiltriert werden.

A.S.SET-Sheets werden im TSF verarbeitet. Bei Wärmezufuhr erweichen die Halbzeuge und sind dann formbar. Solange die Produkte nicht endvernetzt sind, können sie mehrfach thermisch umgeformt werden, was auch die Herstellung besonders komplexer Bauteile ermöglicht.

Bei weiterer Temperaturerhöhung über einen kritischen Wert härten beide Varianten duroplastisch aus. Das verleiht den daraus hergestellten Produkten hervorragende mechanische und thermische Eigenschaften.

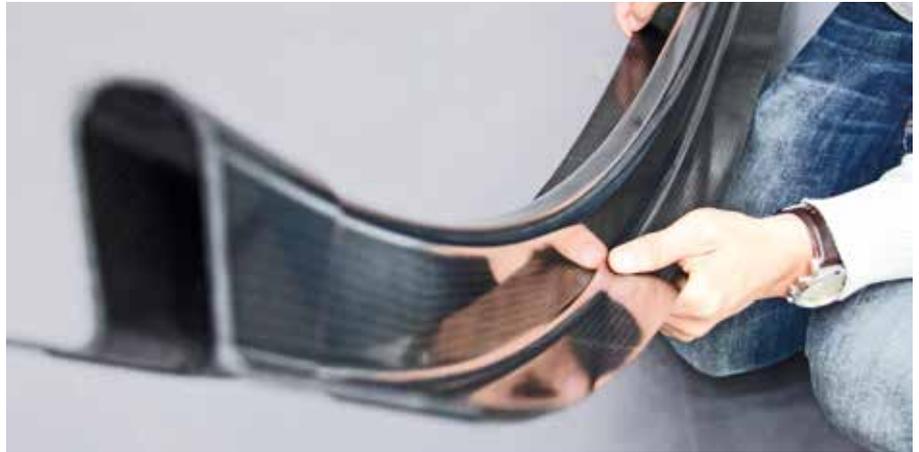


Abb. 1: Leichtbauteil CFK-Spant, hergestellt im Resin Powder Moulding-Verfahren mit einfacher Presstechnik

## Vielseitige Einsatzmöglichkeiten

Wie das Beispiel eines Flugzeugspantes (Abb. 1) zeigt, können schon Prototypen mit nahezu serienähnlichen Eigenschaftsprofilen hergestellt werden. Gleichzeitig funktionieren die A.S.SET-Werkstoffe mit vielen verschiedenen Verstärkungswerkstoffen und Additiven. Wird RPM-Pulver beispielsweise mit Flammenschutzmittel versehen, sind Brandschutzklassen erreichbar, die einen Einsatz im Innenraum von Schienenfahrzeugen ermöglichen (Abb. 2).

Die jüngste Erweiterung umfasst Bauteile mit optisch perfekten Oberflächen – nun kann A.S.SET-Technologie auch für Anwendungen im Sichtbereich genutzt werden (Abb. 3). Die Möglichkeit einer strukturellen Integration der Bauteile bleibt erhalten. Denkbare Anwendungen sind etwa Karosserie- oder Verkleidungsbauteile von Consumer Elektronik.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Kai Steinbach,**  
Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH (LZS),  
Dresden,  
Telefon +49 (0) 3 51/4 63 38-744,  
E-Mail: [steinbach@lzs-dd.de](mailto:steinbach@lzs-dd.de),  
[www.lzs-dd.de](http://www.lzs-dd.de)



Abb. 2: Sitze für Schienenfahrzeuge, entwickelt in Zusammenarbeit mit der Firma Taps S.Z.T.K.



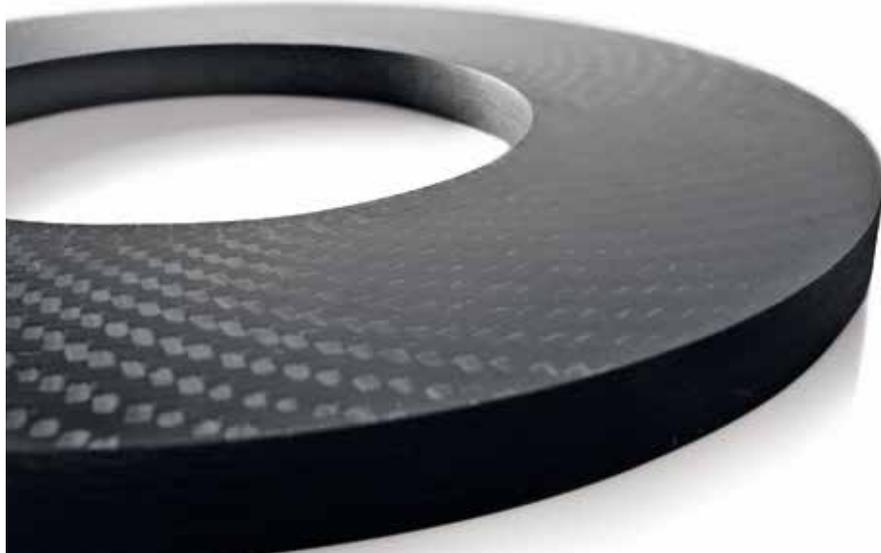
Abb. 3: Im Resin Powder Moulding-Verfahren gefertigte CFK-Platte für eine Anwendung im Sichtbereich

## Spiralbänder für Brems- und Schleifscheiben in Faserverbundbauweise

**Mit Spiralbändern und anderen Innovationen rund um Preforms folgt Gerster TechTex dem Trend am Composite-Markt zu bauteilangepassten textilen Halbzeugen, die zu einer vereinfachten Bauteilfertigung, zu weniger Verschnitt und damit zu geringeren Kosten führen.**

Bislang wurden textile Halbzeuge für die Composite-Fertigung meist aus textilen Flächen wie Gelegen und Geweben geschnitten und anschließend zu Preforms verarbeitet. Je nach Bauteilgeometrie bedingt das aber viel Verschnitt, also mehr Materialkosten, längere Fertigungszeiten aufgrund mehrerer Arbeitsschritte und ein kompliziertes Handling.

Eine einfachere Bauteilfertigung und weniger Verschnitt ermöglichen die bauteilangepassten Preforms des baden-württembergischen Herstellers Gerster TechTex. Eine Besonderheit im Produktprogramm sind rund-gewebte Spiralbänder, die als Band oder mehrlagig als Schlauch verfügbar sind. Die Fasern werden lastgerecht eingebracht und folgen dem Bauteil, indem sie tangential und radial angeordnet werden.



*Bremsscheibe in Faserverbundbauweise*

### Vielfach gewunden

Die kontinuierliche Produktion der runden Bänder ergibt auseinandergezogen eine Spirale, zusammengelegt eine Scheibe. Durch die textiltechnische Herstellung mittels Umkehrschuss entsteht eine endkonturnahe Preform mit stabilen Kanten, welche die mechanische Nachbearbeitung von Faserverbundbauteilen reduziert.

Das Spiralband ermöglicht die individuelle Herstellung runder Bauteile, da Radius, Material und Bauteildicke beliebig angepasst werden können. Die Bänder finden in erster Linie Anwendung in Brems- und Schleifscheiben, aber auch in anderen schnell drehenden Bauteilen.

schinenteile sind somit steifer und laufruhiger zu realisieren. Außerdem bedeutet die geringere Masse insbesondere bei Beschleunigungs- und Bremsvorgängen auch weniger Energieeinsatz. Zu den Anwendungsbranchen gehören in erster Linie Maschinenbau, Windkraftindustrie, Luftfahrttechnik, der Maritimbereich sowie die Sportartikelbranche.

Weitere Informationen:

**Luisa Kaspar,**  
Masterandin – Geschäftsbereich TechTex,  
Gustav Gerster GmbH & Co. KG,  
Biberach/Riss,  
Telefon +49 (0) 73 51/5 86-440,  
E-Mail: [azubi\\_techtex@gerster.com](mailto:azubi_techtex@gerster.com),  
[www.gerster-techtex.com](http://www.gerster-techtex.com)



*Rund gewebtes Spiralband*

### Energieeffizientes Leichtgewicht

Die FVK-Scheiben wiegen weniger als Scheiben metallischen Ursprungs und sind daher auch bei hohen Umdrehungsgeschwindigkeiten schwingungsarm. Schnelllaufende Ma-



## MULTIWORKING AN ZWEI TISCHEN

Innovative Legetechnologie für thermoplastische Faserverbunde

**Mitte März präsentierte die außeruniversitäre Forschungseinrichtung Neue Materialien Bayreuth GmbH (NMB) im Rahmen einer Fachtagung erstmals ihre neue multiaxiale Tapelegeanlage. Der Prototyp zeichnet sich durch eine Legezeit von schnellstens zwei Sekunden pro Tapestreifen aus.**

Ermöglicht wird diese erstaunliche Legezeit durch ein neu entwickeltes Verfahren, das mit zwei Vakuum-Legetischen arbeitet. Dadurch laufen die Prozessschritte Schneiden, Legen und Schweißen parallel.

### Parallel und sehr beweglich

Während auf dem ersten Legetisch Vakuumstreifenumsetzer die Einzellagen individuell aufbauen, werden auf einem zweiten, rotierend gelagerten Legetisch die bereits gelegten Lagen gestapelt. Durch Drehung dieses zweiten Tisches kann die Orientierung jeder Lage individuell eingestellt werden. Die Einzellagen werden mittels Ultra-

schall punktuell verschweißt. Den Transport der Einzellagen zwischen den beiden Vakuumlegetischen übernimmt ein ebenfalls mit Vakuum beaufschlagter Lagenumsetzer.

Da die Anlage mit zwei Materialzuführungen ausgerüstet ist, können Tapes verschiedener Breite (zwischen 50 und 165 mm) und verschiedene Verstärkungsfasern (u.a. Glas- und Kohlenstofffasern) zugeführt werden. Das reduziert die Verschnittanteile der teuren Halbzeuge signifikant. Dabei gilt es, bauteilabhängig stets ein Optimum aus minimalem Verschnitt und tolerierbarer Legezeit zu identifizieren. Die maximal realisierbare Gelegefläche beträgt 1.500 x 1.500 mm<sup>2</sup>.

### Teil einer Prozesskette

Die Legeanlage komplettiert im Technikum der Neue Materialien Bayreuth GmbH die Prozesskette vom UD-Tape zum fertigen Faserverbund-Bauteil. Bereits vorhanden waren eine Doppelbandpresse zur Vorkonsolidierung der Gelege und eine Fertigungszelle, bestehend aus einem Paternoster-Umluftofen und einer Spritzpresse mit einer Schließkraft von 2.500 t. Die aktuellen Forschungen der NMB zielen auf Prozesse, die die Fertigung struktureller Leichtbauteile im Minutentakt ermöglichen und somit den Einzug in die Produktion automobiler Großserien erlauben.

Weitere Informationen:

**M. Sc. Michael Kropka,**

Wiss. Mitarbeiter, Kunststoffe – Spritzgießen und Faserverbundwerkstoffe, NMB – Neue Materialien Bayreuth GmbH, Telefon +49 (0) 9 21/5 07 36-402, E-Mail: michael.kropka@nmbgmbh.de, www.nmbgmbh.de



*Multiaxiale Tapelegeanlage – Konzept mit zwei Vakuum-Legetischen*

Den maßgeschneiderten Prototyp der Tapelegeanlage konzipierte NMB gemeinsam mit der REHAU AG+Co, den eigentlichen Bau übernahm Maschinenbauer M.A.i. aus Kronach.



Die KL 504 ist eine Portalanlage mit hängendem Roboter und einen definierten Arbeitsraum von 8 m x 3,5 m x 1,5 m

## MEHR ALS DIE SUMME DER TEILE

Ende 2015 eröffnete mit dem „Laboratory“ ein neues Kompetenzzentrum in Sachen Composites

**Das KSL-Laboratory in Lorsch sieht sich an der Schnittstelle von komplexen Kundenanfragen und anspruchsvollen Roboter- und CNC-Technologien. Entsprechend werden hier bereichsübergreifend kundenorientierte Lösungen und Konzepte entwickelt.**

Kurz vorab: Ende 2015 verschmolzen die beiden Unternehmen Pfaff Industriesysteme und Maschinen GmbH und KSL Keilmann Sondermaschinenbau GmbH. Nunmehr firmieren die Marken Pfaff Industrial und KSL gemeinsam unter „Industriesysteme und Maschinen GmbH“.

Basierend auf langjähriger Erfahrung und Kompetenz werden im KSL-Laboratory Machbarkeitsstudien durchgeführt, Prototypen und Kleinserien realisiert sowie spezielle Nähköpfe für Anlagen konzipiert und montiert. Außerdem werden Neuentwicklungen umgesetzt sowie verschiedene KSL-Maschinen und -Komponenten geprüft und optimiert.

Das Laboratory-Konzept stärkt auch signifikant die wichtigen Felder Pre- und After Sales. Erfahrene Techniker und Ingenieure aus den Bereichen IT, Nähtechnik, CNC- und Steuerungstechnik sowie Robotik bilden das Rückgrat dieses neuen Aufgabenzuschnitts.

Zurzeit werden im Laboratory Projektmaschinen für namhafte Kunden aus Europa, USA, China und Indien konzipiert und nach Kundenvorgaben in deren Produktionen im-

plementiert. In den letzten Monaten wurden beispielsweise mit der KL 504, einer Portalanlage mit hängendem Roboter, und der CNC-Nähanlage KL 110 zwei neue Maschinen für das Fixieren von Großteilen für die Luft- und Raumfahrtindustrie realisiert.

Weitere Informationen:

**Johannes Dewald,**

PFÄFF Industriesysteme und Maschinen GmbH, Zweigniederlassung KSL (Lorsch)  
Telefon +49 (0) 62 51/96 20-341,  
Email: [jdewald@ksl-lorsch.de](mailto:jdewald@ksl-lorsch.de),  
[www.pfaff-industrial-ksl.com](http://www.pfaff-industrial-ksl.com)



Die CNC-Nähanlage KL 110 kann auf 8 m x 3,5 m mit Doppelsteppstich Kohle- und Glasfasergelege im 2D-Bereich vernähen.

## FR 100 Fräser für die Bearbeitung von CFK- und GFK-Bauteilen

**Die angepasste Makro- und Mikrogeometrie des FR 100 Fräasers ermöglicht auch bei komplexen mehrlagigen 3D-Gewebestrukturen unabhängig von der Faserausrichtung das zuverlässige Trennen aller Faser-, Hilfsfaser- und Matrixanteile ohne Überstände.**



Die Bearbeitung mit dem FR 100 minimiert die manuelle Nacharbeit und sorgt für hohe Prozessparameter.

Die wirtschaftliche Bearbeitung moderner Faserverbundkunststoffe (FVK) wie kohlefaserverstärkte und glasfaserverstärkte Kunststoffe (CFK/GFK) erfordert insbesondere in der Serienbearbeitung Hightech-Werkzeuge. Bei diesen Anwendungen gilt es vor al-

lem, Delaminationen oder Faserüberstände am Bauteil sowie thermische Schäden zu vermeiden. Beispielhaft erfüllt diese Anforderungen der FR 100 Fräser von Gühring.

### Kompressionsschnitt

Die neue Geometrie des FR 100 ermöglicht die prozesssichere Faserabtrennung an der Schnittkante in 3D-Gewebematerialien. Mittels des schälenden Schnittes werden Delaminationen, Faserüberstände und thermische Schäden vermieden.

### Oberflächenqualität

Mit dem FR 100 Fräser für die Bearbeitung von CFK- und GFK-Bauteilen erzielt der An-

wender beste Oberflächen. Kanten können sauber ohne Faserüberstände oder Delaminationen gefräst werden und zeigen in CFK wie GFK Qualität. Das reduziert die manuelle Nacharbeit und vereinfacht die Fertigbearbeitung von FVK-Bauteilen in der Serienproduktion.

Insgesamt versprechen hohe Prozessparameter bei hohen Standwegen eine hervorragende Wirtschaftlichkeit.

Weitere Informationen:

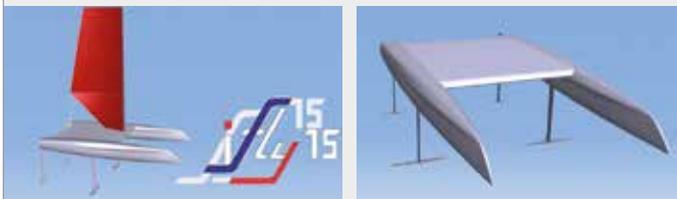
**Jasmin Herter,**  
Gühring KG, Albstadt,  
Telefon +49 (0) 74 31/17-2 13 20,  
E-Mail: [jasmin.herter@guehring.de](mailto:jasmin.herter@guehring.de),  
[www.guehring.de](http://www.guehring.de)



## LEICHTBAU UND HOCHLEISTUNG FÜR SPORTSEGLER.

### WENN KOHLEPÖTTE ABHEBEN, STECKT COMPOSYST DAHINTER.

Endlich erschwinglich: Mit mehr als 25 Knoten übers Wasser fliegen, so wie die Großen beim America's Cup. Mit dem neuen Hydrofoil-Sportkatamaran iFLY15, dem Ersten seiner Klasse. Die Rümpfe werden in Handarbeit in Deutschland gefertigt und kommen von Composyst. Unsere Carbonstrukturen sind lange in der Luft- und Raumfahrt erprobt und stehen jetzt erstmals für Extremsport zur Verfügung. Guten Flug!



---

# BRANCHEN & QUERSCHNITT

---



## Röntgentransparenter Aneurysmen-Clip macht Titan Konkurrenz

**Der JEC World 2016 Innovation Award in der Kategorie „Medical“ ging an die europäischen Entwickler eines röntgentransparenten Aneurysmen-Clips aus carbonfaserverstärktem PEEK. In der klinischen Praxis erleichtert der Clip die Patientennachsorge erheblich.**

Die Herausforderung des interdisziplinären Entwicklungsprojektes „InnoClip – Entwicklung eines nicht-metallischen neurochirurgischen Blutgefäß-Instrumentes“ nahm ein Team aus Werkstoffexperten, Konstrukteuren, Produktionsfachleuten und Neurochirurgen an. Gemeinschaftlich entwickelten sie einen innovativen Aneurysmen-Clip aus carbonfaserverstärktem PEEK (Polyetheretherketon). Das innovative Design und Herstellverfahren wurde auf der JEC World 2016 mit dem Innovation Award in der Kategorie „Medical“ ausgezeichnet.

### Medizinische Ausgangslage

Zur Neurochirurgie gehört auch die Behandlung von Aneurysmen – lokalen Ausbeulungen eines Blutgefäßes – die zu lebensbedrohlichen Blutungen führen können. Eine gängige Behandlungsvariante klemmt das Aneurysma an der Basis ab, sodass es abstirbt bzw. gezielt entleert werden kann.

Implantate wie die dafür verwendeten Klammern müssen besonders hohen Anforderungen an Materialien und Verarbeitungsprozesse genügen. Wichtige Kriterien sind Bioverträglichkeit und langzeitstabile mechanische Eigenschaften, zunehmend auch weitere Faktoren wie etwa Röntgenstrahldurchlässigkeit.

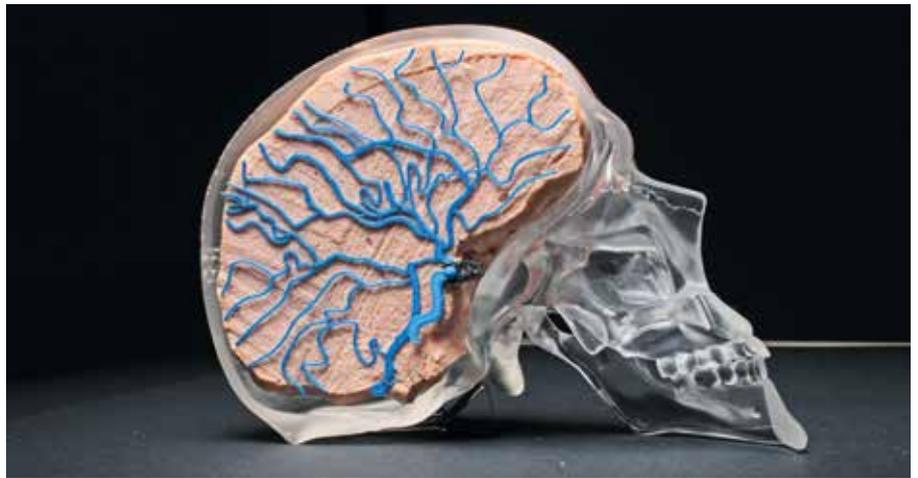
### Patientenfreundlich mit Carbon

Besteht der Clip aus einem carbonfaserverstärkten Polymer statt aus dem bisher üblichen Titan, kann der Patient postoperativ kostengünstig und risikoarm mit bildge-

benden Verfahren (Computertomographie/CT und Magnetresonanztomographie/MRT) überwacht werden. Denn bei Verbundwerkstoffen entstehen im Gegensatz zu metallischen Implantaten keine Überstrahlungen im Bild. Das spart riskante Nachsorgeoperationen und auch Kosten.

Weitere Informationen:

**Thorsten Becker,**  
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW),  
Kaiserslautern,  
Telefon +49 (0) 6 31/20 17-283,  
E-Mail: thorsten.becker@ivw.uni-kl.de,  
www.ivw.uni-kl.de



*Aneurysma-Modell*



*Detaildarstellung des Aneurysmen-Clips aus carbonfaserverstärktem PEEK*

Das Projekt „InnoClip“ (Entwicklung eines nicht-metallischen neurochirurgischen Blutgefäß-Instrumentes) wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Projektpartner waren das Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) GmbH in Kaiserslautern, Neos Surgery S.L. (Spanien), Adete – Advanced Engineering & Technologies GmbH (Deutschland) und University Hospital Antwerp (Belgien).

## Strahlendurchlässige Schrauben aus Carbon/PEEK für bessere Wirbelsäulenbehandlungen

**Ein Wirbelsäulensystem mit Pedikelschrauben aus carbonverstärktem PEEK ist durchlässig für Röntgenstrahlen und erleichtert dadurch die Wirbelsäulenbehandlung und die Planung von Strahlentherapien für Krebspatienten erheblich.**

„Zum ersten Mal haben Strahlentherapeuten, Wirbelsäulenchirurgen und Patienten eine Alternative zu herkömmlichen Pedikelschrauben aus Metall“, freut sich Roger Stadler, CEO der Schweizer icotec AG. Grund dafür ist das von icotec entwickelte Wirbelsäulensystem aus Carbon und PEEK (Polyetheretherketon). Dieses strahlendurchlässige, nichtmetallische Carbon/PEEK-Wirbelsäulensystem trägt seit 2013 die CE-Kennzeichnung. Mehr als 500 Carbon/PEEK-Pedikelschrauben wurden inzwischen erfolgreich Patienten mit degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen und Wirbelsäulentumoren implantiert.

### Störfaktor Metall

Hintergrund ist, dass die Strahlentherapie bei der Behandlung von Wirbelsäulentumoren eine wichtige Rolle spielt, sei es bei der Schmerzbehandlung, der lokalen Behandlung der Tumoren oder der Prävention von einschlägigen Frakturen. Der Radiologe ist für die Planung der richtigen Strahlendosis auf möglichst aussagekräftige CT- oder MRI-Aufnahmen angewiesen.

Doch Wirbelsäulenimplantate aus Metall können auf den Planungsaufnahmen zu einer Störung – einem sog. Artefakt – führen. In diesem Fall wird es schwieriger, die anatomischen Strukturen für die geplante Strahlentherapie darzustellen und die Dosierungen zu berechnen.

Außerdem können Wirbelsäulenimplantate aus Metall während der Bestrahlung verbleibende Tumorzellen von der heilenden Strahlung abschirmen. Auch verursachen Metallimplantate eine Streuung der Strahlen in das umliegende Weichgewebe, was möglicherweise zu Nebenwirkungen führt. Es kann sogar vorkommen, dass Patienten aufgrund von Metallimplantaten nicht für eine Strahlentherapie zugelassen werden.

### Carbon/PEEK als Lösung

„Carbonfaserverstärktes PEEK als Schraubematerial ermöglicht die Planung von Bestrahlungen unter Minimierung von Artefakten und die optimierte Anwendung einer Strahlentherapie bei der Behandlung von Wirbelsäulentumoren“, fasst Roger Stadler zusammen.

Weitere Informationen:

#### Ralf Klabunde,

Chief Technology Officer,  
Icotec AG, CH-Altstätten,  
Telefon +41 (0) 71 757 00 00 31,  
info@icotec.ch, ralf.klabunde@icotec.ch,  
www.icotec.ch



*Pedikelschraube aus Titan (li.) verursacht im CT metallisch begründete Störungen, eine Pedikelschraube aus Carbon/PEEK (re.) zeigt im fraglichen Bereich kein Artefakt*

# GELEGE EINMAL ANDERS

## Neu entwickeltes drehergewebtes Gelege optimiert die Produktion von CFK-Patientenliegen

**Eine effizientere Herstellung seiner CFK-Patientenliegen gelang Schmuhl Faserverbundtechnik durch den Einsatz der neu entwickelten drehergewebten Carbon-Gelege der FTA Forschungsgesellschaft für Textiltechnik Albstadt mbH.**

Eine elegante „Sichtcarbon-Oberflächen“ kennzeichnet die vom Hersteller Schmuhl entwickelten und produzierten Patientenliegen für Computertomografen. Sie bestehen aus einem Sandwichaufbau mit einem Schaumkern, die Decklagen bestehen aus 0°/90°-Geweben und aus unidirektionalen Gelegelagen.

Konstruktionsbedingt mussten bislang unidirektionale Gelegelagen mit einem maximalen Flächengewicht von 300 g/m<sup>2</sup> verwendet werden. Nur sie konnten der Bauteilgeometrie der Liege folgen, ohne beim Einlegeprozess Lagenverschiebungen zu erzeugen oder beim Schließen der Form Falten zu werfen.

### Neue Vorgaben

Nun war gewünscht, den Zeitaufwand für den Lagenaufbau zu reduzieren, den ungestörten Lagenaufbau sicherzustellen und einen günstigeren gewichtsbezogenen Preis für das Textil zu realisieren. Dazu wurde

eine Verdreifachung des Flächengewichts bei gleichzeitig hoher Drapierbarkeit der Textilien angestrebt. Gleichzeitig durften sich die Tränkbarkeit und Verarbeitbarkeit der Textilien sowie die physikalischen und mechanischen Eigenschaften nicht negativ verändern.

### Gefundene Lösung

Zur Erfüllung dieses Anforderungsprofils entwickelte die FTA ein drehergewebtes Gelege aus Heavy-Tow-Carbongarnen mit einem Flächengewicht von 900 g/m<sup>2</sup>. Das Gelege kann der Bauteilgeometrie problemlos folgen, sodass die Form wie erwartet schneller belegt werden kann. Die textile Konstruktion verhindert ein ungewolltes Verschieben der Lagen beim Einlegen der Verstärkungsmaterialien und beim Schließen der Form. Zudem waren die drehergewebten Gelege im RTM-Prozess sogar besser tränkbar, was sich an kürzeren Infusionszeiten zeigte. Und nicht zuletzt wurde auch die Qualität der Bauteiloberfläche positiv beeinflusst. Heute werden diese drehergewebten Carbon-Gelege in der Serienfertigung der CT-Liegen eingesetzt.

Zudem erfolgt derzeit der Serienanlauf eines zweiten Produkts für die Medizinindustrie, bei dem das Material aufgrund von Erfahrungen in der Prototypenfertigung den Zuschlag erhielt. Hier können im Vergleich zu den bisher verfügbaren kettengewirkten unidirektionalen Materialien die Teileoberfläche signifikant besser realisiert werden.

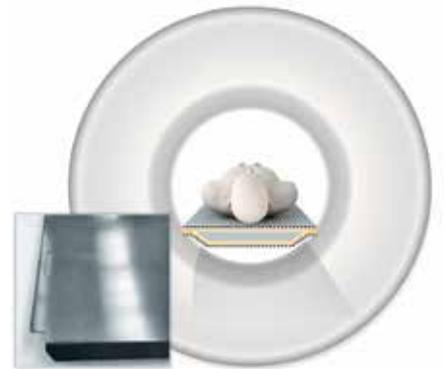
Weitere Informationen:

#### Michael Bernegg,

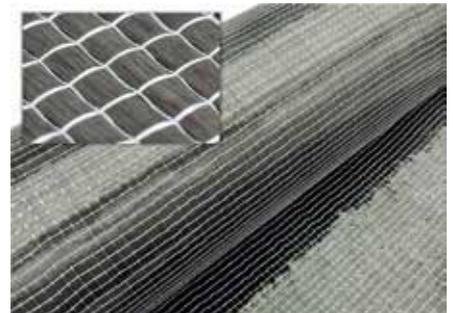
Schmuhl Faserverbundtechnik GmbH & Co. KG, Liebschütz,  
Telefon +49 (0) 3 66 40/28 10,  
E-Mail: m.bernegg@schmuhl.de,  
www.schmuhlgroup.com

#### Dr. Thomas Bischoff,

FTA Forschungsgesellschaft für Textiltechnik Albstadt mbH, Albstadt,  
Telefon +49 (0) 74 31/10 25 30,  
E-Mail: thomas.bischoff@fta-textile.com,  
www.fta-textile.com



*Prinzip eines Computertomografen mit CFK-Patientenliege und Sichtcarbon-Oberfläche*



*Drehergewebtes Carbon-Gelege erfüllt viele Anforderungen besser als bekannte Textilien*





New KSL Laboratory - the engineering platform for application specific development and process evaluation of State of the art Composites, Technical Textiles, and processing of New Materials.



[www.pfaff-industrial-ksl.com](http://www.pfaff-industrial-ksl.com)



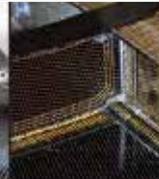


















Carbon-Aluminium-Felge als Prototyp für Omnibusse

## SO FÄHRT SICH'S SMARTER

AUTOMOBIL

Sensorversehenes Fahrzeug aus sechs Teilen und superleichte Felge

**Innovative Neuentwicklungen für die Elektromobilität präsentierte das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der Technischen Universität Dresden auf der diesjährigen Hannover Messe.**

Im Sonderforschungsbereich 639 „Textilverstärkte Verbundkomponenten für funktionsintegrierende Mischbauweisen bei komplexen Leichtbauanwendungen“ untersuchten Wissenschaftler aus 16 Dresdner Forschungseinrichtungen neuartige Textilverbunde mit thermoplastischen Matrixsystemen.

### Funktionsintegrativer Fahr demonstrator in Textil-Thermoplast-Bauweise

Ihre Erkenntnisse und die in zwölf Jahren Forschung entwickelten Technologien flossen in den generischen Demonstrator „Funktionsintegrativer Fahrzeugsystemträger (FiF)“ ein. Nur sechs Bauteile sind für die gesamte tragende Fahrzeugstruktur nötig. Sie besteht aus lediglich zwei Systemen, nämlich aus Fahrzeugkabine und Tragstruktur, an der Fahrwerk und Antrieb angebunden sind. Das sorgt für einen hohen Leichtbaugrad bei gleichzeitig minimalem Fertigungsaufwand. Darüber hinaus sind im FiF mehrere strukturelle elektrische und adaptive Funktionen integriert. Das Fahrzeug

ist durchsetzt mit einem werkstoffeingebrachten Sensornetzwerk, das Informationen, beispielsweise zum lokalen Werkstoffzustand, empfängt, verarbeitet und an Bedienschnittstellen weiterleitet.



Funktionsintegrativer Fahrzeugsystemträger (FiF)

### Carbon-Aluminium-Felge als Prototyp für Omnibusse

Fachleute der TU Dresden und der Dresdner Verkehrsbetriebe widmen sich im Projekt „Pilotlinie 64“ dem Einsatz von Elektro-

bussen im städtischen Personennahverkehr. Ein Ansatz ist die Reduzierung der Fahrzeugmasse. Wissenschaftler des ILK entwickeln deshalb gemeinsam mit der ThyssenKrupp Carbon Components GmbH u. a. neue Leichtbauräder. Basis für die Masseinsparung bildet eine hocheffiziente hybride Mischbauweise aus etwa je zur Hälfte kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen für das Felgenbett und dem Leichtmetall Aluminium für den Radstern.

Für die Nutzfahrzeugbranche erreicht diese hybride Felge eine neue Leichtbaudimension. Mit deutlich unter 20 Kilogramm Gewicht ist sie mehr als 50 Prozent leichter als eine herkömmliche Stahlfelge.

Weitere Informationen:

**Tanja Kirsten,**

Pressestelle, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden, Telefon +49 (0) 3 51/4 63-39471, E-Mail: [tanja.kirsten@tu-dresden.de](mailto:tanja.kirsten@tu-dresden.de), [www.tu-dresden.de](http://www.tu-dresden.de)

### Schweizer Hitzeschutzschild für Porsche 918 Spyder

**Serientauglich, belastbar und leicht muss das Material sein, das beim neuesten Porsche-Serienfahrzeug der Superlative, dem 918 Spyder, zum Einsatz kommt. Die Schweizer Connova AG entwickelte dafür sämtliche hochtemperatur-, motor- und -fahrzeugfesten Hitzeschutzsysteme komplett aus CFK/GFK-Composites.**

Wie soll sich die Schweizer Composites-Branche international profilieren? Die Antwort der Fachleute auf diese Frage lautet: Indem sie besser ist als andere und beste Qualität liefert. Das mag simpel klingen, ist aber nicht leicht umzusetzen. Doch der Weg lohnt sich, denn die Branche hat ein hohes Wertschöpfungspotenzial und generiert Arbeitsplätze.

#### Internationale Vernetzung als ein Schlüssel zum Erfolg

Wie auch kleine Länder mit nur wenig heimischer Industrie bzw. kleine und mittlere Unternehmen wirtschaftlich erfolgreich agieren können, verrät Clemens Dransfeld, Leiter Institut für Kunststofftechnik an der Fachhochschule Nordwestschweiz und Präsident von Carbon Composites Schweiz: „Nischen müssen frühzeitig erkannt und gezielt gefördert werden.“ Und dies insbesondere in der länderübergreifenden Zusammenarbeit.

Allerdings warnt Dransfeld vor Me-too-Produkten. Praktisch heißt das, neue Werkstoffe, Halbzeuge und Verarbeitungsverfahren entwickeln und damit Dinge möglich machen, die noch gestern nicht realisierbar schienen.

#### Carbonprodukte für Renn- und Raumfahrer

Die Connova AG im aargauischen Villmergen tat genau dies. Das Unternehmen konnte sich unter anderem mit einem Nischenprodukt für höchste Anforderungen einen Auftrag des Automobilherstellers Porsche sichern. Es ging darum, für die Spezialserie „918 Spyder“ einen hitzebeständigen Schild für die Motorenabdeckung zu entwickeln, der sehr hohen Temperaturen standhält und zudem ultraleicht ist. „Wir haben



*Hitzebeständiger Schild für die Porsche-Spezialserie 918 Spyder.*

den Auftrag bekommen,“ so Firmenchef Jon Andri Jörg, „weil es uns gelungen ist, etwas zu fertigen, was andere nicht können.“

Gern berichtet Jörg auch über andere Innovationen seines Unternehmens wie zum Beispiel ein röntgentransparentes und modular einsetzbares Werkzeug für die Handchirurgie, das Connova in enger Zusammenarbeit mit einem führenden Chirurgen entwickelte. Oder auch im Bereich Aerospace, wo das KMU maßgeblich an einer neuen Verschaltungstechnologie für die Ariane6-Träger raketen mitarbeitet.

Weitere Informationen:

**Prof. Clemens Dransfeld,**  
Leiter Institut für Kunststofftechnik,  
FH Nordwestschweiz, CH-Windisch,  
Telefon +41 (0) 56 2 02 77 33,  
E-Mail: clemens.dransfeld@fhnw.ch,  
www.fhnw.ch

**Jon Andri Jörg,**  
CEO,  
Connova AG, CH-Villmergen,  
Telefon +41 (0) 56 6 19 10 96,  
E-Mail: joerg@connova.com,  
www.connova.com



*918 Spyder auf dem CCEV Automotive Forum im Porsche Zentrum Leipzig*





# SPITZENPLATZ DANK PRÄZISION

AUTOMOBIL

Straßentauglicher Rennwagen baut auf punktgenauen Fräsprozess für kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK)

Zwei Spezialisten bündeln ihre Fachkräfte im Rahmen eines anspruchsvollen Serienprojekts für die Porsche AG. Carbon-Hersteller ubc bringt praktische Erfahrung in Konstruktion und Fertigung ein, die passenden Hochleistungswerkzeuge liefert Hufschmied Zerspanungssysteme.

Für den Porsche 911 GT 3 RS fertigt ubc die Fronthaube sowie die vorderen Kotflügel mit Tankdeckel und integrierter Radhausentlüftung in Serie. In den Carbon-Teilen steckt modernste Motorsporttechnik. Die Radhäuser werden über zwölf Lamellen entlüftet, die sichtbar über den Vorderrädern liegen. Die Anordnung verlangt höchste Oberflächenqualität und Passgenauigkeit. Denn die komplexen Teile werden aus CFK im Prepreg-Autoklav-Verfahren produziert sowie mit Teilen zusammengebaut, die wiederum im Prepreg-Pressverfahren und im Kunststoffspritzgussverfahren hergestellt werden.

## Wie man fräst, so fährt man

Ein Kernstück des Erfolgs sind die Hufschmied-Werkzeuge. Für die lackierten Oberflächen Class A muss die Schnittkante glatt, faserfrei und delaminationsfrei sein. Der Fräser T-REX Typ 194 verhindert jede Ausplitterung. Dank einer geschützten variablen Schnittgeometrie zerspannt er den Carbon-Kunststoff, schneidet aber Deck- und Bodenlagen sauber und ohne Überstände.

Dagegen kam es beim Befräsen der Anlagepunkte und Anspiegelungen vor allem auf die Effizienz an. Der 97DC erhöht die Standzeit des Werkzeugs um 30 Prozent. Denn dessen nanokristalline Diamantschicht DIP ist genau auf CFK-Zerspanung ausgerichtet: Sie ist extrem glatt, sodass sich Mahlgut nicht in der Oberflächentopografie festsetzen und das Werkzeug abstumpfen kann.

Für die Klebespalte setzen die Projektpartner auf einen Sonder-Vollradiusfräser vom Typ O67HOR. Mit ihm gelingt eine sehr glatte, homogene Oberfläche, die nicht durch Stäube oder Faserabsplitterungen verunreinigt wird.

Der gesamte Fertigungsprozess verläuft sehr zufriedenstellend: Bisher sind 3500 Fahrzeuge mit den hochkomplexen Teilen, die ubc mit Hufschmied-Werkzeugen fertigt, auf den Straßen unterwegs. Und das mit bis zu 300 Kilometer pro Stunde – dank 500 PS und hochpräziser Karosserieteile aus CFK.

Weitere Informationen:

**Ralph R. Hufschmied,**  
Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH,  
Bobingen,  
Telefon +49 (0) 8234/9664-0,  
E-Mail: info@hufschmied.net,  
www.hufschmied.net,

**Magnus Olofsson,**  
ubc gmbh, Murr,  
Telefon +49 (0) 7144/8143-33,  
E-Mail: magnus.olofsson@ubc-gmbh.com,  
www.ubc-gmbh.com



Carbon-Kotflügel aus dem Hause ubc



Präzisionsfräser von Hufschmied



Elementar Rp1 – 450 kg Gewicht und bis zu 284 PS

## GEMISCHT UND ABGELEGT

AUTOMOBIL

### Komplexe Carbon/PA6 Hybridgarn Strukturen im Tailored Fibre Placement Verfahren

**Im Rahmen eines Gemeinschaftsprojekts wurde am Stuttgarter Institut für Flugzeugbau (IFB) eines der ersten TFP C/PA6 Hybridgarn-Bauteile für eine Serienanwendung entwickelt. Es handelt sich um den hinteren Radlauf des Elementar Rp1, ein komplexes 3D-Bauteil mit mehreren Kofferecken.**

Das Institut für Flugzeugbau (IFB) der Universität Stuttgart befasste sich in Zusammenarbeit mit den Firmen Coats, Shape, und Elementar mit der Verarbeitung von Hybridgarnen im Tailored Fibre Placement (TFP) Verfahren.

#### Projektziele

Dabei lagen die Schwerpunkte auf der Entwicklung des Hybridgarns selbst und des Drapier- bzw. Konsolidierungsprozesses. Das Garn wurde entsprechend den Anforderungen einer homogenen Durchmischung und guten Verarbeitbarkeit für den TFP-Pro-

zess und anderer Textilprozesse optimiert. Es konnte eine homogene Durchmischung von Kohlenstofffasern und PA6-Fasern erzielt werden. Dies führt zu geringer Ondulation, einer gleichmäßigen Verteilung aller Filamente nach dem Verpressen und somit zu guten mechanischen Eigenschaften.

Auch sollte gezeigt werden, dass mit dem Verfahren komplexe 3D-Strukturen machbar sind. Dieses Ziel wurde mit der erfolgreichen Herstellung des hinteren Radlaufs des Elementar Rp1 erreicht. Es handelt sich um eines der ersten Bauteile dieser Art, welches im Realbetrieb getestet wird und in einem Serienfahrzeug zur Anwendung kommt.

#### Herstellung des Radlaufs

Die Herstellung erfolgt in vier Schritten. Zuerst werden die C-Faserfilamente und die PA6-Faserfilamente in einer neu entwickelten Methode zu einem einzigen Garn zusammengeführt. Das Garn wird anschließend mittels des TFP-Prozesses lastpfadgerecht und endkonturnah auf einer Trägerfolie abgelegt. Die so entstandene Preform wird im dritten Schritt im Konsolidierungswerkzeug umgeformt und verpresst. Der thermoplastische Faseranteil wird aufgeschmolzen und bildet die Matrix. Final wird das Bauteil auf Endkontur bearbeitet.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing Benjamin Wolfinger,**  
Institut für Flugzeugbau (IFB),  
Uni Stuttgart,  
Telefon +49 (0) 7 11/6 85-67557,  
E-Mail: [wolfinger@ifb.uni-stuttgart.de](mailto:wolfinger@ifb.uni-stuttgart.de),  
[www.ifb.uni-stuttgart.de](http://www.ifb.uni-stuttgart.de)

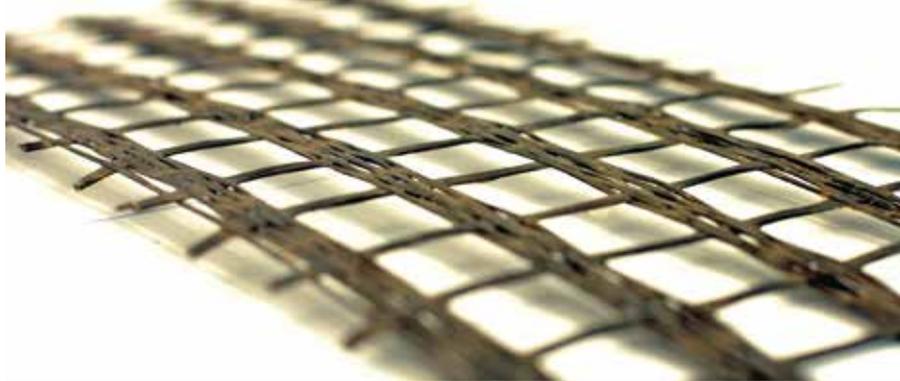
**Kristina Blissett,**  
Head of Communications,  
Coats plc,  
Telefon +44 (0) 2 08/210-5084,  
E-Mail: [kristina.blissett@coats.com](mailto:kristina.blissett@coats.com),  
[www.coatsindustrial.com](http://www.coatsindustrial.com)



Detailansicht des Radlauf-Einbaus im Elementar Rp1

## Basaltfaseranwendungen für die Betonbewehrung

Die Rohstoffaufbereitung von Basaltfasern ist technologisch nicht sehr aufwendig. Ebenfalls niedrig ist die CO<sub>2</sub>-Emission bei der Umwandlung vom Basaltstein zu -faser. Für den industriellen Einsatz in Beton muss die Bewehrung allerdings alkalisch beständig sein.



Geogrid 550-Basaltbewehrungsgitter mit dem Flächengewicht von 550g/m<sup>2</sup>



Filamentabzug aus der Düsenwanne

Basaltfaser wird in Deutschland seit dem Jahr 2008 produziert. Dafür werden Basaltsteine mit einer Korngröße von ca. 40 mm abgebaut und weiter zerkleinert. Die Steine werden auf ca. 1400 °C aufgeschmolzen. Entsprechend der patentierten Technologie der Deutschen Basalt Faser GmbH und durch Vermeiden des Wasserstrahls im Abkühlprozess werden die Fasern aus einer Edelmetalldüse gesponnen. Die Herstellung von einer Tonne Basaltfasern verursacht etwa eine Tonne weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen als Glasfaser und 20 Tonnen weniger als Karbonfaser.

dioxid (SiO<sub>2</sub>). Mit einem Anteil von mehr als 50 Prozent in der chemischen Zusammensetzung bildet SiO<sub>2</sub> ein unregelmäßiges Netzwerk. Es entsteht eine Nahordnung der SiO<sub>4</sub>-Tetraeder, die über Sauerstoffbrücken verknüpft werden. Netzwerkstrukturen dieser Art werden in alkalischer Umgebung geschwächt.

Das Potenzial der Basaltfaser im Beton kommt mit alkali-resistenter (AR) Schlichte und Beschichtung zur Geltung. Die Deutsche Basalt Faser GmbH untersuchte in diesem Zusammenhang gemeinsam mit der TU Chemnitz verschiedene Beschichtungsvarianten. Abb. 1 zeigt die Zugbruchkräfte der geschnittenen Basaltfaser (IBF) vor und nach der alkalischen Behandlung. Basaltfaser-Proben wurden nach 28 Tagen mit denen von AR-Glasproben verglichen. Die Zugbruchkräfte der beschichteten Basaltfaser lagen deutlich über denen von AR-Glasfasern, jedoch war der Kraftverlust nach dem Alkali- bad bei den Basaltfasern höher. Der Masse-

verlust (Abb. 2) liegt nach 21 und 28 Tagen für IBF\_100 und AR-Glas\_CEM jeweils zwischen 1 und 1,5 Prozent.

### Anwendungsmöglichkeiten in der Praxis

Mit alkali-resistenter Beschichtung können geschnittene Basaltfasern und Bewehrungsgitter hergestellt werden. Geschnittene Basaltfasern eignen sich je nach Beschichtung für unterschiedliche zementöse Matrizen. Und unter Verwendung von Pultrusion-Technologie kommen auch Bewehrungsstäbe (Rebars) für die Betonbewehrung infrage.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Georgi Gogoladze,**  
DBF – Deutsche Basalt Faser GmbH,  
Sangerhausen,  
Telefon +49 (0) 34 64/27 67 69-0,  
E-Mail:  
georgi.gogoladze@deutsche-basalt-faser.de,  
www.deutsche-basalt-faser.de

### Voraussetzung: alkalische Beständigkeit

Für den industriellen Einsatz von Basaltfaser in Beton muss die Bewehrung alkalisch beständig sein. Ein Bewehrungsmaterial im Beton ist besonders im Anfangsstadium einem hohen alkalischen Milieu (pH > 12) ausgesetzt. Ähnlich wie bei der Glasfaser ist der Hauptbestandteil der Basaltfaser Silizium-



Abb. 1: Vergleich der tex-bezogenen Zugbruchkraft vor und nach Alkaliangriff (1 mol NaOH, 40 °C, 28 Tage)

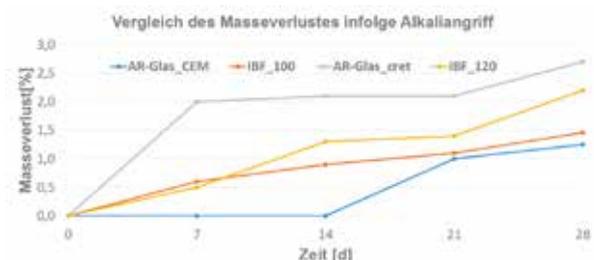


Abb. 2: Vergleich des Masseverlustes infolge Alkaliangriff der verschiedenen Proben (IBF-Basaltfaser, AR-Glas)

## Effiziente und verankerungsgerechte Gestaltung von Textilbetonbewehrungen

**Der Trend zu größeren Garnquerschnitten bei Textilbeton rückt den Verbund zwischen Textil und Beton in den verankerungsrelevanten Bereichen weiter in den Fokus. Um die einzuleitenden Kräfte auf möglichst kurzen Längen zu übertragen, werden speziell entwickelte Verankerungsgeometrien in die Textilstruktur integriert.**

Eine Schlüsselrolle für hoch effektive Textilbewehrungen kommt Carbon Fiber Heavy Tows (CFHT) zu, die aus üblicherweise ca. 50.000 Einzelfilamenten (50K) bestehen. Mit Feinheiten von  $\geq 3300$  tex und großen Querschnittsflächen erlauben diese Rovings die Übertragung hoher Zugkräfte.

Jedoch erfordern dickere Garnquerschnitte aufgrund der glatten Oberflächen von Multifilamentgarnen auch eine größere verbundübertragende Oberfläche. Das wird vor allem bei den Verankerungslängen in den Lasteinleitungsbereichen und den Übergreifungslängen bei Stößen sichtbar. Neue Ansätze sollen Verankerungslängen von unter 20 cm ermöglichen.

### Geschlossene Wirkkreise

An der TU Dresden wurden dazu Lösungskonzepte entwickelt, die Garne an den Rändern der Bewehrungstextilien in schlaufenförmiger Anordnung wieder in das Textil zurückzuführen. So werden die im Garn wirkenden Zugkräfte innerhalb der Schlaufengeometrie in Druckkräfte des Betons überführt (Abb. 1). Greifen zwei Textilien in dieser Art übereinander (Bewehrungsstoß), zeigen handgefertigte Musterstrukturen (Abb. 2), dass sich die Bewehrungszugkräfte innerhalb der Schlaufenlänge von einem Textil in das andere übertragen lassen.

Am ITM der TU Dresden wird dieses Konzept derzeit in die maschinelle Fertigung überführt und hierfür die Multiaxialkettenwerktechnologie gezielt weiterentwickelt. Dazu muss u. a. die Transportkette für die aufgespannten Verstärkungsgarne so umgestaltet werden, dass sie mit definierten Radien umgelenkt werden kann und gleichzeitig ein kontinuierlich gleichbleibendes Schlaufenbild an beiden Rändern generiert. Anschließend wird das mit integrierten Schlaufen

gefertigte Textil onlinegesteuert über neu entwickelte Garnaufnahme- und Umlenkelemente der Beschichtungsapplikation zugeführt (Abb. 3). Anpassungen an der Garnzuführung erlauben das scharenweise Ablegen der schlaufenbildenden Garne mit definiertem Fadenverlauf und Rundungsradius.

Die derzeit in der Entwicklung befindliche neue Generation verankerungsgerecht gestalteter gitterförmiger Carbonbewehrungen hat durchaus das Potenzial, das Preis-Leistungs-Verhältnis und damit die ökologische und wirtschaftliche Bilanz textiler Betonbewehrungen durch höhere Materialeffizienz deutlich zu steigern.

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. André Seidel,**  
**Dipl.-Ing. Steffen Rittner,**  
 Co-Autoren Chokri Cherif, Kerstin Speck  
 (Institut für Massivbau, ITM),  
 Institut für Textilmaschinen und Textile  
 Hochleistungswerkstofftechnik (ITM),  
 TU Dresden,  
 Telefon +49 (0) 3 51/4 63-3 48 69  
 und -3 91 83  
 E-Mail: andre.seidel@tu-dresden.de,  
 steffen.rittner@tu-dresden.de,  
 www.tu-dresden.de/mw/itm

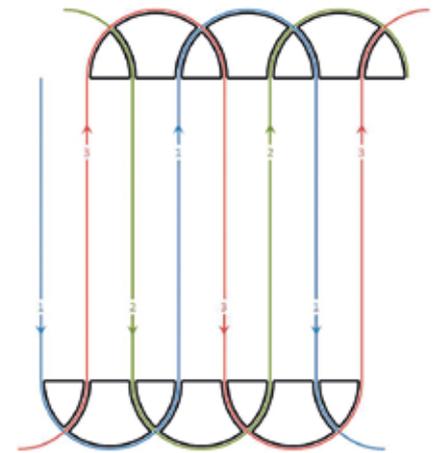


Abb. 1: Konzept der gelegeintegrierten Schlaufenstruktur



Abb. 2: Manuell gefertigte Musterstruktur mit gegenüberliegenden Schlaufen

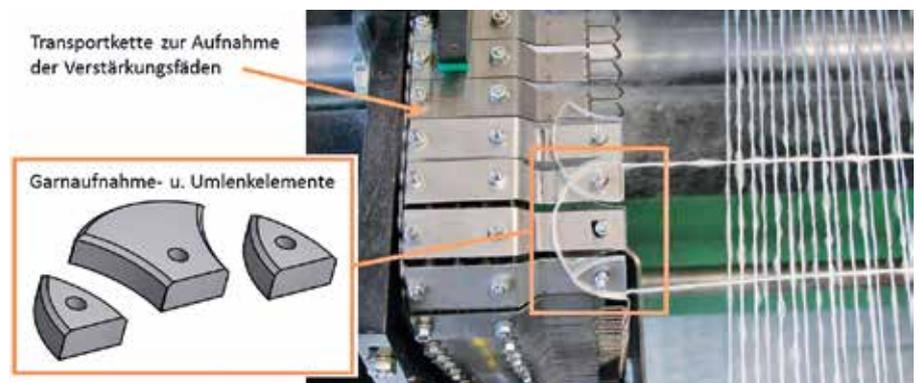


Abb. 3: Weiterentwicklung der Transportkette (hier mit exemplarischen Probefäden)

### Dreidimensionale Kurzfaser-Preformen und Keramisierung im Flüssigsilizierverfahren

Das Ziel des IGF-Forschungsprojektes 18001 BG (01/2014 - 06/2016) war, endkonturnahe Kurzfaser-Preformen, die dafür notwendige Technologie sowie auf den Preformen basierende C/C-SiC-Verbundkeramiken zu entwickeln. Wissenschaftler der Universität Bayreuth und der Technischen Universität Dresden konnten dieses Ziel gemeinsam erreichen.

Der Erfolg: Verschnittfrei können endkonturnahe Kurzfaser-Preformen aus Kohlenstoff-faserbündeln gefertigt werden. Die Preform wird generativ durch schichtweises Ablegen von 6–15 mm langen, mit Phenolharz vorimprägnierten Kurzfasersticks aufgebaut (Abb. 1), die mit einer Phenolharzlösung fixiert werden. Diese Technologie basiert auf dem Net-Shape-Nonwoven-Verfahren und wurde für Multifilamente wie Kohlenstofffaserbündel weiterentwickelt. Sie ermöglicht die Fertigung von Preformen (Abb. 2) mit variabler Geometrie, einstellbarer Faserlänge und definiertem Faservolumengehalt.

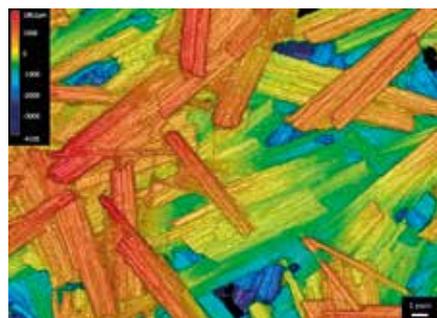


Abb. 1: Topografie der schichtweise aufgebauten, generativ gefertigten Kurzfaser-Preformen



Abb. 2: Modul zur Preformfertigung

#### Ausgerichtet und fest

Ein Forschungsschwerpunkt war die anforderungsgerechte Ausrichtung der Faserbündel innerhalb der Preformen durch aero- und fluiddynamische, akustische, gravimetrische, rotatorische und magnetische Prinzipien. Die Wahl der Methode hängt von den Anforderungen ab, die an die Preformen (Faserorientierungsgrad, Preformdicke und Faserlänge) und an das Verfahren (Investitionskosten und Prozesszeiten) gestellt werden. Die entwickelten Verfahren ermöglichen nicht nur Preformen mit isotroper Faserorientierung, sondern auch mit Faservorzugsorientierung (Abb. 3). Durch den höheren Orientierungsgrad der Fasern steigen die Faservolumenanteile deutlich und die Festigkeitswerte der Composites könnten um über 50 Prozent gesteigert werden.



Abb. 3: Quaderförmige Kurzfaser-Preform (ca. 100 x 100 x 5 mm<sup>3</sup>) mit Faservorzugsorientierung

#### Die Mischung macht's

Die Prozessierung der Preformen zu C/C-SiC-Verbundkeramiken erfolgte im Flüssigsilizierverfahren. Dafür wurden die einzelnen Prozessschritte (Formgebung im Warmpress- und Harzinjektionsverfahren, Pyrolyse und Silizierung) angepasst. Der exemplarische Einsatz von Füllstoffen wie Petrolkoks und Bornitrid zeigt, dass die mechanischen, thermischen und tribologischen Eigenschaften der Composites flexibel sind und gezielt angepasst werden können.

Dank der Entwicklungen im Forschungsprojekt lassen sich C/C-SiC-Werkstoffe mit komplexer Geometrie, anforderungsgerechter Faserarchitektur und verbesserten Eigenschaften nun endkonturnah und wirtschaftlich herstellen.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Nicole Fleischmann,**  
**Prof. Dr.-Ing. Walter Krenkel,**  
 Lehrstuhl Keramische Werkstoffe,  
 Universität Bayreuth,  
 Telefon +49 (0) 921 / 55-55 30,  
 E-Mail: nicole.fleischmann@uni-bayreuth.de,  
 www.cme-keramik.uni-bayreuth.de

**Dipl.-Wirt. Ing. Daniel Weise,**  
 Institut für Textilmaschinen und Textile  
 Hochleistungswerkstofftechnik,  
 TU Dresden,  
 Telefon +49 (0) 351 / 463-346 93,  
 E-Mail: daniel.weise@tu-dresden.de,  
 www.tu-dresden.de/mw/itm

Das IGF-Vorhaben 18001 BG der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14, 10117 Berlin, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# CCeV-MITGLIEDER

MAI 2016




### CCeV-Mitglieder im Heft

ARRK|P+Z Engineering, S. 32  
 baier & michels GmbH & Co. KG, S. 43  
 Connova AG, S. 55  
 Dekumed Kunststoff und Maschinenvertrieb GmbH & Co. KG, S. 39  
 Deurowood Produktions GmbH, S. 18  
 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), S. 36  
 Eckert Schulen, S. 13  
 ELG Carbon Fibre, S. 29  
 FH Nordwestschweiz, S. 55  
 Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS), S. 38  
 Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP), S. 44

FTA Forschungsgesellschaft für Textiltechnik Albstadt mbH, S. 52  
 Gühring KG, S. 49  
 Gustav Gerster GmbH & Co. KG, S. 46  
 Hauffler Composites GmbH & Co. KG, S. 19  
 Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH, S. 56  
 Icotec AG, S. 18, 52  
 Institut für Flugzeugbau (IFB), Uni Stuttgart, S. 57  
 Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden, S. 10, 34, 54  
 Institut für Textilchemie und Chemiefasern (ITCF) Denkendorf, S. 26

Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM), S. 10, 22, 59, 60  
 Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW), S. 9, 28, 51  
 Jetcam Composite GmbH, S. 42  
 KTM Technologies GmbH, S. 40  
 KraussMaffei, S. 37  
 Lehrstuhl für Carbon Composites (LCC), TU München, S. 39  
 Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH (LZS), S. 45  
 Neue Materialien Bayreuth (NMB), S. 47  
 next composites GmbH, S. 18  
 PFAFF Industriesysteme und Maschinen GmbH, S. 48

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI), S. 24, 27  
 Schmuhl Faserverbundtechnik GmbH & Co. KG, S. 52  
 SILTEX Flecht- und Isoliertechnologie Holzmüller GmbH & Co KG, S. 18  
 SWMS Systemtechnik GmbH, S. 4, 34  
 Topocrom, S. 12  
 TUDAG – TU Dresden Aktiengesellschaft, S. 58  
 Universität Bayreuth, S. 60  
 Universität Paderborn, S. 23  
 Voith Composites GmbH & Co. KG, S. 31

# PRÄSENTIEREN SIE SICH IM CARBON COMPOSITES MAGAZIN

Nutzen Sie die Möglichkeit einer Anzeigenwerbung, mit der Sie über die gedruckte Version hinaus auch in der Online-Ausgabe präsent sind. Seien Sie in der kommenden Ausgabe dabei und profitieren Sie von dem fachlich optimalen redaktionellen Umfeld sowie der interessierten Zielgruppe des **CARBON COMPOSITES MAGAZINS**.  
Übrigens: Das Jahresthema 2016 beschäftigt sich mit Recycling.



## ERSCHEINUNG 03/16:

21. SEPTEMBER 2016

## ANZEIGENSCHLUSS:

19. AUGUST 2016

## REDAKTIONSSCHLUSS:

12. AUGUST 2016

## ERSCHEINUNG 04/16:

29. NOVEMBER 2016

## ANZEIGENSCHLUSS:

28. OKTOBER 2016

## REDAKTIONSSCHLUSS:

21. OKTOBER 2016

## Redaktion CCEv

Doris Karl

Telefon (0) 8 21/26 84 11-04

Fax (0) 8 21/26 84 11-08

doris.karl@carbon-composites.eu

www.carbon-composites.eu

## Mediaberatung/Anzeigen

vmm wirtschaftsverlag

Sandra Goschenhofer

Telefon (0) 8 21/44 05-424

sandra.goschenhofer@

vmm-wirtschaftsverlag.de

## IMPRESSUM

### Herausgeber:

Carbon Composites e.V.  
Am Technologiezentrum 5, 86159 Augsburg  
Telefon +49 (0) 8 21/26 84 11-0  
E-Mail: info@carbon-composites.eu

### Verantwortlich für Herausgabe und Inhalt:

Carbon Composites e.V.  
Amtsgericht Augsburg  
Vereinsregister No. 2002 46

### Vorstandsvorsitzender:

Prof. Dr. Hubert Jäger

### Geschäftsführer:

Alexander Gundling  
Postanschrift siehe oben  
E-Mail: alexander.gundling@carbon-composites.eu

### Redaktion:

Chefredakteurin  
Doris Karl (verantwortlich)  
Postanschrift siehe oben  
Telefon +49 (0) 8 21/26 84 11-04  
E-Mail: doris.karl@carbon-composites.eu

Elisabeth Schnurrer  
Redaktionsbüro Strobl + Adam  
Nibelungenstr. 23, 86152 Augsburg  
Telefon +49 (0) 8 21/3 64 48  
E-Mail: redaktion@carbon-composites.eu

### Umsetzung:

Bestmarke Werbeagentur GmbH & Co. KG  
Spicherer Str. 10, 86157 Augsburg  
Telefon +49 (0) 8 21/79 63 11 95  
E-Mail: info@bestmarke-agentur.de  
www.bestmarke-agentur.de

### Druck:

KESSLER Druck + Medien GmbH & Co. KG  
Michael-Schäffer-Str. 1, 86399 Bobingen  
Telefon +49 (0) 8 23 34 96 19-0  
E-Mail: info@kesslerdruck.de  
www.kesslerdruck.de

### Anzeigen:

vmm wirtschaftsverlag gmbh & co. kg  
Sandra Goschenhofer  
Kleine Grottenau 1D, 86150 Augsburg  
Telefon +49 (0) 8 21/4 40 54 24  
E-Mail:  
sandra.goschenhofer@vmm-wirtschaftsverlag.de

### Bildnachweis:

Sofern nicht anders vermerkt, wurden Grafiken und Bilder von den im Text genannten Mitgliedern des Carbon Composites e.V. zur Verfügung gestellt.  
Titelbild: Jetcam Composite GmbH

### Erscheinungsweise:

Viermal jährlich

### Verbreitung:

Das Carbon Composites Magazin ist die Mitgliederzeitschrift des Carbon Composites e.V. Der Bezug des Carbon Composites Magazins ist im Mitgliedsbeitrag des Carbon Composites e.V. enthalten.

### Haftung:

Der Inhalt dieses Heftes wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Redaktion keine Haftung für die Richtigkeit der Angaben, Hinweise und Ratschläge sowie für eventuelle Druckfehler. Die Verantwortung für namentlich gezeichnete Beiträge trägt der Verfasser.

### Urheberrecht:

Alle abgedruckten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck oder anderweitige Verwendung sind nur mit vorheriger Genehmigung des Herausgebers gestattet.

**Verbreitete Auflage:** 1.500 Exemplare  
**ISSN 2366-8024**



# EXPERIENCE COMPOSITES

powered by **Jec**  
GROUP



DAS MULTI-LOCATION-EVENT  
21.– 23.09.2016 | MESSE AUGSBURG

- Maschinen- und Anlagenbau
- Medizintechnik
- Luft- und Raumfahrt
- Automotive und Transport
- Bau und Infrastruktur
- Windenergie
- Wissenschaft und Bildung

## Faserverbund erleben!

Erleben Sie Composites-Produkte, -Anwendungen und -Innovationen vom 21. bis 23. September 2016 in Augsburg.

Gestalten Sie die Zukunft der Composites-Industrie mit und werden Sie als neuer Anwender Teil von ihr. Im Rahmen eines eindrucksvollen Event-Formates, in dem auch Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen ihre Türen öffnen.

Für eine zukunftsstarke Composites-Industrie. **Seien Sie Teil der Premiere.**

### Ansprechpartner:

Philip Häußler | T +49 (0)821-2572-106 | philip.haeussler@messeaugsburg.de



[www.experience-composites.com](http://www.experience-composites.com)