

# CARBON COMPOSITES MAGAZIN

Ausgabe 1 | 2017

ISSN 2366-8024

Die Mitgliederzeitschrift des CCEV

EXPERIENCE COMPOSITES

ERFOLGSSTORY

2007

CC WEST

AUS- UND WEITERBILDUNG

ARBEITSGRUPPEN

FASERVERBUNDWERKSTOFFE

CERAMIC COMPOSITES

CC SCHWEIZ

# 10 JAHRE

CC TUDALIT

Carbon Composites e.V.

2017

CC BADEN-WÜRTTEMBERG

WERTSCHÖPFUNGSKETTE

CC OST

CC AUSTRIA

TRAINEEPROGRAMM

MITGLIEDERVERSAMMLUNG

MAI CARBON

Wir feiern zehnjähriges Jubiläum

„Ganz persönlich“ Prof. Dr. Hubert Jäger

Neues CCEV-Jahresthema Design

Liebe Leserinnen und Leser,

auch im vorliegenden Carbon Composites Magazin, dem ‚Jubiläumsheft‘ anlässlich des zehnjährigen Bestehens des Carbon Composites e.V. (CCeV), finden Sie wie gewohnt zunächst Neuigkeiten und Interessantes aus dem CCeV-Netzwerk. Besonders hervorheben möchten wir die unterschiedlichen Aspekte, die CCeV-Mitglieder aus der Praxis zum jeweiligen Jahresthema beitragen – 2017 ist das ‚Design‘. Dem folgen entsprechend der Produktionskette die Kapitel ‚Auslegung & Charakterisierung‘ sowie ‚Fertigung & Bearbeitung‘; den Abschluss bilden aktuelle Beiträge aus compositesrelevanten ‚Branchen & Querschnittsthemen‘.

Viel Vergnügen und fachliche Inspiration beim Blättern und Lesen wünscht

Die CC Magazin-Redaktion

- 4 Ganz persönlich: Prof. Dr. Hubert Jäger, Vorsitzender des CCeV-Vorstandes
- 6 10 Jahre CCeV: Eine Erfolgsgeschichte feiert zehnjähriges Jubiläum
- 8 Carbon Composites e.V. mit 18 Ausstellern am Gemeinschaftsstand auf der JEC 2017

## NETZWERK

- 11 Abschlussveranstaltung des Innovationsforums „MultiForm“ in Dresden
- 12 DIN SPEC: Zerstörungsfreies Prüfverfahren für faserverstärkte Kunststoffe
- 12 MAI Carbon bei erster programmübergreifender Clusterkonferenz des BMWi
- 13 Erweiterung des Aufgabenspektrums von MAI Carbon innerhalb des CCeV
- 14 Neue Polymere für Fertigungsprozesse im Leichtbau
- 15 8. Swiss SAMPE Technical Conference 2017 in Luzern
- 16 CCeV Studienpreise 2017 – jetzt bewerben!
- 17 CCeV-Seminare 2017

## JAHRESTHEMA DESIGN

- 21 „Inside Out Design“ – Warum Design von Anfang an zur Bauteilentwicklung gehört
- 24 Verknüpfter Entwicklungsprozess für Metall-Faserverbund-Bauweisen
- 25 Modern-natürliches Design kennzeichnet eine neue Produktlinie aus Carbonfäden
- 26 Multi-Material-Design für physiologisch optimierten Leichtbaufahrzeugsitz
- 27 Materialbaukasten Faserverstärkte Duomere für Großserienanwendungen
- 28 Designvielfalt mit Polypropylen-Wabenkernen

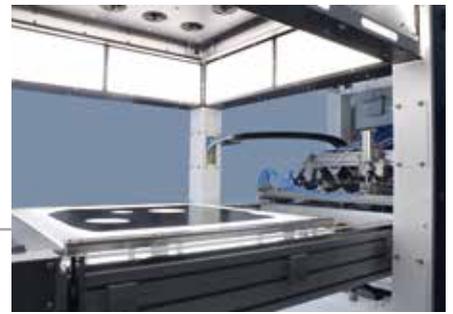
## AUSLEGUNG & CHARAKTERISIERUNG

- 30 Neue Werkstoffe und Geschäftsfelder sichern Kerngeschäft und Wachstum
- 31 Simulationslösung für umformoptimiertes Preform-Design im Automated-Fiber-Placement-Prozess
- 32 Vorhersage makroskopischer Materialeigenschaften auf Basis mikromechanischer Simulationen
- 33 Neue Engineering Software für vollautomatisierte Fiber Patch Placement Technologie
- 34 Industrielle Herstellung von Carbon-Krempel-Vliesstoffen aus Recyclingfasern
- 35 Entwicklung eines leichten und robusten CFK-TP E-Getriebegehäuses
- 36 Neuartige Prüfvorrichtung steht für ‚evolutionären Fortschritt‘ bei der Schubprüfung



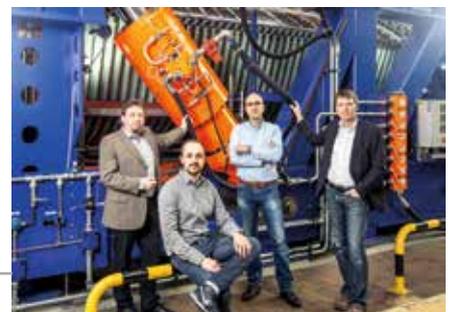
## FERTIGUNG & BEARBEITUNG

- 38 Messtechnik geschnittene Bahnware: Neuer Prüfautomat bringt Licht in Faserverbundwerkstoffe
- 39 Fahrradteile aus duroplastischen Prepregs mit weniger Energie schneller produzieren
- 40 Hochgeschwindigkeitswickeln von thermoplastischen Druckbehältern
- 41 Maschinenhersteller zufrieden mit Nachfrage nach Filament Winding Maschinen
- 42 Überlagerte Axialschwingung revolutioniert Bohrbearbeitung von CFK-Titan-Stacks
- 43 Faserverbundkunststoffe fordern Umdenken bei der Zerspanung
- 44 Von Hängerobotern und Tuftingköpfen – moderne Nähanlagen sind Hightech



## BRANCHEN & QUERSCHNITT

- 46 Aus-/Weiterbildung: Exkursion macht Vorlesungsinhalte für Studierende greifbar
- 47 Aus-/Weiterbildung: Anbieter integriert „Industrie 4.0“ in seine Ausbildungsinhalte
- 48 Automobil: Hybride Prozesse und Werkstoffe für leichtere Elektrofahrzeuge
- 49 Automobil: Faserdirektablageverfahren für Harzinjektionstechnologien in Serie
- 50 Automobil: 3D-Digitalisierung, Prozess- und Fehlerkontrolle für CFRP-Bauteile
- 51 Automobil: Punktgenauer Fräsprozess für kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK)
- 52 Automobil: Neue Generation thermoplastischer Faserverbunde eignet sich auch für Sichtbauteile
- 53 Bauwesen: Isoliert und sicher – GFK-Welle als Fassadenbefestigung von morgen
- 54 Bauwesen: Cube – das weltweit erste Carbonbetonhaus entsteht in Dresden
- 55 Ceramic Composites: Hochtemperatur-Wärmebehandlung durch neue Werkstoffkonzepte
- 56 Ceramic Composites: Faserverstärkte Hybridbauweise für Hochtemperaturanwendungen
- 58 Ceramic Composites: Normung von Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix (CMC)
- 59 Luftfahrt: Premium Aerotec öffnet Testlabore für externe Kunden
- 60 Luftfahrt: Druckkasten des neuesten Schalenprüfstandes für Flugzeigrümpfe abgenommen
- 62 Luftfahrt: Spezifische Lösungen für Automatisierungsprozesse bei Luftfahrt-Zulieferern
- 63 Luftfahrt: Werkzeug ist für wirtschaftliche CFK-Bearbeitung ein Schlüssel zum Erfolg
- 64 Luftfahrt: Mit dem H160 stellt sich das jüngste Mitglied einer renommierten Helikopter-Familie vor
- 66 Querschnitt: Besonderheiten bei der Fertigung dickwandiger Faserverbundstrukturen
- 67 Querschnitt: Spritzgießbauteile mit Endlosfaserverstärkung und integrierter Elektronik
- 68 Querschnitt: Startschuss für futureTEX-Forschungsvorhaben „RecyCarb“
- 69 Querschnitt: Wissenstransfer und Geschäftskontakte in Sachen Recycling und Nachhaltigkeit von Carbon
- 70 Querschnitt: Ressourceneffiziente Werkzeugtemperierung zur Herstellung großer Faserverbundbauteile in Großserie
- 72 Querschnitt: Thermoplastische Bauteile leichter, günstiger und massentauglich herstellen
- 73 Mitgliederlogos
- 74 CCeV-Mitglieder im Heft
- 75 Impressum



# GANZ PERSÖNLICH

Prof. Dr. Hubert Jäger, Vorsitzender des CCeV-Vorstandes,  
BJS Ceramics GmbH, Technische Universität Dresden

---



**Als eine kleine Gruppe von bayerischen Industrien sich im Oktober 2004 erstmals zum Ziel setzte, durch gemeinsame Arbeit an Plattformthemen einen Beitrag zur nachhaltigen Industrialisierung der Carbon Composites Materialien anzugehen, war der Grundstein für einen Verein gelegt. Am 12. März 2007 wurde der Carbon Composites e.V. gegründet!**

Breit ausgerichtet über die unterschiedlichsten Branchen, entlang der kompletten Prozesskette und flächendeckend über Deutschland sollte der Verein wirken. Das gelang, die Ergebnisse der ersten zehn Jahre sprechen für sich. Ob es die Anzahl der Firmen ist, vom Kleinstunternehmen bis zum DAX-Konzern, ob die der Hochschulen für angewandte Wissenschaften, Universitäten und Eliteuniversitäten oder der einschlägigen Forschungsinstitute – in allen Fällen ist der Carbon Composites e.V. heute das europaweit größte Netzwerk für die Faserverbundtechnologie mit über 270 Mitgliedsorganisationen.

---

## Stolz auf das Erreichte

---

Die Integration der Hochleistungs-Keramiken in der frühen Phase der Vereinsentwicklung war eine weitere Etappe der inhaltlichen Ausweitung, Wachstum im deutschsprachigen Raum führte zur Bildung von Regionen in Österreich und dann auch in der Schweiz. Heute treffen sich mehr als 5.000 Personen regelmäßig auf unseren CCeV-Veranstaltungen, -Arbeitsgruppen und -Messeauftritten zum Austausch neuester Erkenntnisse und Entwicklungen auf dem Gebiet des innovativen Leichtbaus. Leistungsfähige und flächendeckende Organisation, die sich in den letzten Jahren mit den inzwischen sieben Regional- und Fachabteilungen CC Baden-Württemberg, CC West, CC Ost, CC Austria, CC Schweiz sowie Ceramic Composites und MAI Carbon um und aus unserer Zentrale in Augsburg entwickelt haben, garantieren kürzeste Wege zum Erfolg.

Hohe Anerkennung im In- und Ausland brachte dem Carbon Composites e.V. auch der Gewinn und die professionelle Durchführung des deutschen Spitzenclusters MAI Carbon.

Nicht nur die Verantwortlichen in der Abteilung MAI Carbon können stolz darauf sein, dass MAI Carbon unter den 15 deutschen Spitzenclustern als eines der Vorzeigecenter immer wieder in offiziellen Reden von Ministern und Behördenvertretern in Berlin und deutschlandweit genannt wird.

Wir alle können stolz auf das sein, was wir uns im Carbon Composites e.V. gemeinsam in den vergangenen Jahren erarbeitet haben. In unserer Mitgliederversammlung am 07. März 2017 in Meitingen gehe ich auf ausgewählte Inhalte näher ein.

---

## Verantwortung für die Zukunft

---

Allerdings zeigen die internationalen Entwicklungen derzeit recht deutlich, dass wir uns auf dem Erreichten nicht ausruhen können und dürfen. Wenn wir die Wettbewerbsfähigkeit unserer Volkswirtschaft auch ohne die sehr starke Ausrichtung auf Erdöl bzw. Kohle und Atomstrom als Energielieferanten erhalten wollen, dürfen wir nicht nur auf Wertschöpfung aus Software und Steigerung der Produktivität durch Industrie 4.0. setzen. Unsere Volkswirtschaft wird durch den Maschinenbau und Automobilbau dominiert, die einen Großteil unserer Prosperität in der Vergangenheit erwirtschaftet haben. Darauf müssen wir mit unseren Themen weiter aufbauen.

10 JAHRE

Carbon Composites e.V.



Der Mehrwert in dieser industrieorientierten Wirtschaft wird grundlegend aus der Ver- und Bearbeitung von Rohstoffen und Halbzeugen erwirtschaftet. Wie Volkswirtschaften auf Krisen reagieren, wenn dieses Wissen nicht mehr flächendeckend vorhanden ist und Arbeitsplätze aus der Produktion auf den Dienstleistungssektor verlagert werden, können wir in unserer unmittelbaren europäischen Nachbarschaft beobachten.

Es muss also unser gemeinsames Ziel sein, Arbeitsplätze in der Produktion zu halten und neue zu schaffen. Andere Volkswirtschaften wie USA, China oder Süd-Korea setzen derzeit massiv auf die Faserverbundtechnologie und investieren Milliarden von Dollar. Wenn wir Produktionsarbeitsplätze nicht an diese Mitbewerber verlieren wollen, dürfen wir uns mit der reinen Faserverbundtechnologie nicht begnügen. Wir müssen die Fähigkeiten der hoch diversifizierten Wirtschaft in der Mitte Europas als Chance nutzen.

Das Ziel muss aus meiner Sicht sein, innovativen Leichtbau nicht nur ausschließlich über die Faserverbundtechnologie zu definieren. Vielmehr müssen wir den Leichtbau als die technologische Herausforderung verstehen, spezifische Materialien, wie zum Beispiel hochwertige Stähle, Aluminium und faserverstärkte Kunststoffe, überall dort in den Produkten hybrid einzusetzen, wo ihr Einsatz gleichzeitig wertschöpfend und funktionsverbessernd wirkt.

Innovativer Leichtbau so definiert, ist eine der wichtigsten Schlüsseltechnologien, mit der wir insbesondere die Megathemen Mobilität und Energie nicht nur global begleiten, sondern auch maßgeblich mitgestalten. So können wir den anstehenden Strukturwandel meistern, der durch die derzeitige ökologische Umorientierung unserer Gesellschaft auf uns zukommt.

Der konsequente, hochinnovative Leichtbau – unter Ausnutzung aller technologisch zur Verfügung stehenden Möglichkeiten des hybriden Einsatzes von Materialien – und unser umfangreiches technologisches Wissen werden es uns ermöglichen, wettbewerbsfähige Arbeitsplätze auch in der Produktion zu schaffen und weiter zu erhalten.

Der Carbon Composites e.V. als ein bedeutendes globales Netzwerk aus Industrie, Wissenschaft und Politik will sich diesen Herausforderungen weiter stellen und mit innovativen Lösungen den Strukturwandel mitgestalten.

Für den Vorstand des CCeV

Ihr

Hubert Jäger

# HERZLICHEN GLÜCKWUNSCH, CCeV!

## Eine Erfolgsgeschichte feiert zehnjähriges Jubiläum

**2007 war ein besonderes Jahr: Im Sport unterbrach der VfB Stuttgart die Serie des Rekordmeisters aus München und wurde zum dritten Mal in seiner Vereinsgeschichte Deutscher Fußballmeister. In der Geschäftswelt hatten zwei Monate zuvor in Augsburg zehn Aktive der regionalen und überregionalen Wirtschaft den Carbon Composites e.V. (CCeV) gegründet. Während der VfB sich mittlerweile in der zweiten Liga müht, kann der CCeV auf eine andauernde Erfolgsgeschichte zurückblicken.**

Carbon- und andere Composites sind ein Dauerthema: Was als Exoten-Spielwiese in der Formel I und in der Raumfahrt begann, ist inzwischen in fast allen Branchen über das Versuchsstadium hinaus, auf dem Weg vom Zukunfts- zum Erfolgswerkstoff. Der Carbon Composites e.V. (CCeV) kann sich einen guten Teil dieses Erfolgs auf die Fahne schreiben. Denn nicht nur das reine Mitgliederwachstum von zehn auf rund 300 Mitglieder, sondern vor allem die Begeisterung und das Interesse, mit dem die Akteure des CCeV sich in inzwischen über 30 Arbeitsgruppen, Fachtagungen und Veranstaltungen engagieren, hat den Verein zu einer europäischen Größe und zu einem potenten Partner wachsen lassen.

In zehn Jahren besuchten ca. 15.000 Menschen insgesamt an die 350 große und kleine Treffen der Branche, die vom CCeV ausgerichtet oder unterstützt wurden. Der Verein deckt die gesamte Wertschöpfungskette der Faserverbundwerkstoffe ab, von der Simulation und Berechnung über das Design und die Produktion bis zur zerstörungsfreien Prü-

fung. In den letzten Jahren wurde verstärktes Augenmerk auf die besonderen Anforderungen gerichtet, die unterschiedliche Branchen bei der Verarbeitung von Carbon und anderen Verbundwerkstoffen stellen.

Ein besonders ereignisreiches Jahr in der Geschichte des CCeV war 2012, als es den Verantwortlichen zum Beispiel gelungen war, im bundesdeutschen Spitzenclusterwettbewerb mit dem Projekt „MAI Carbon“ die Finanzierung zahlreicher Forschungsvorhaben für die nächsten fünf Jahre zu sichern. Große Fortschritte in der Be- und Verarbeitung von Faserverbundwerkstoffen oder der Austausch zwischen den Branchen gehören zu den Ergebnissen, die MAI Carbon im Sommer 2017 als Resultate seiner Arbeit präsentieren kann.

Bereits Anfang 2012 nahm die Regionalabteilung CC Ost unter der Leitung von Dr. Thomas Heber ihre Arbeit auf. CC Ost bildet eine Plattform für die innovativen Unternehmen und Forschungseinrichtungen in und um Dresden. Die Schweiz orientierte sich bei

der Etablierung ihres durch staatliche Mittel geförderten CC Schweiz am CCeV und sieht sich, wie auch der ebenfalls 2012 gegründete CC Austria, als Mitglied der CCeV-Familie. In Kaiserslautern wurde im selben Jahr die Abteilung CC Südwest (heute CC West) am IVW gegründet sowie – kurz vor Weihnachten – die Fachabteilung CC Tudalit zusammen mit dem in Dresden beheimateten Tudalit e.V. in Sachen Carbon im Bauwesen auf die Spur gesetzt. Am Ende des Jahres 2012 hatte Deutschland einen neuen Bundespräsidenten und der deutschsprachige Raum eine geballte Macht an Faserverbundspezialisten, die sich seither gegenseitig beflügeln, für Nachwuchs sorgen und die Vorteile ihrer Branche einer breiteren Öffentlichkeit nahebringen.

Damit dies erfolgreich geschehen kann, hat der CCeV in den zehn Jahren seines Bestehens schätzungsweise rund 200 Pressemitteilungen herausgegeben. Seit seiner Gründung informiert er mit einer eigenen Website, über einen wöchentlich erscheinenden Newsletter für Mitglieder und, eben-



2007: Gründung des Carbon Composites e.V.



2008: Das Bildungsangebot wird eingeführt



2009: Erfolgreicher Abschluss des ersten CCeV-Trainee-Programms



2016: Die Experience Composites

2015: Bereits 250 Mitglieder im CCeV



2014: Ausstellung Harter Stoff im Deutschen Museum

falls seit 2007, mit einem Magazin von Mitgliedern für Mitglieder. Parallel zum Verein ist das „Carbon Composites Magazin“ (früher CCeV News) zu einem ebenso gehaltvollen wie kompetenten Fachmagazin gewachsen. Seit der Gründung beteiligt sich der Verein mit einem Gemeinschaftsstand an der JEC World in Paris, 2016 wurde mit dem starken Partner JEC die erste „Experience Composites“ in Augsburg veranstaltet.

bonschau im „Kinderreich“ des Deutschen Museums in München und zahlreiche weitere Bildungsbausteine, die den Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen schon früh interessant machen.

Aus- und Weiterbildung ist für den Carbon Composites e.V. seit jeher ein Themenschwerpunkt. Tatsächlich gibt der Verein seit dem Gründungsjahr ein eigenes Programm mit Seminaren und Veranstaltungen zur Weiterbildung der Branche heraus – teils mit eigenen Inhalten, teils auch mit Angeboten der Mitglieder. Genauso lange gibt es das Traineeprogramm des CCeV, durch das Studierende einen Einblick in die Praxis der Branche erhalten. Gefördert durch das Projekt MAI Bildung ist in den letzten Jahren ein breit gefächertes Informationsprogramm für Pädagogen jeder Bildungsstufe entstanden, dazu eine kindgerechte Car-

Am 07. März 2017 feiert der CCeV im Rahmen seiner satzungsgemäßen Mitgliederversammlung auch das zehnjährige Jubiläum, u. a. mit einer multimedialen Reise durch die Vergangenheit und mit vielen Anregungen und Aufgaben für die Zukunft. Gut zu wissen: dafür sind die CCeV-Mitglieder mit ihrem bewährten starken Netzwerk bestens gerüstet.

Doris Karl,  
Carbon Composites e.V.,  
info@carbon-composites.eu



2013: Gold Label Zertifizierung

2010: Erster Brückenbauwettbewerb



2011: Der CCeV betreut bereits 100 Mitglieder



2012: Gewinn des Spitzenclusterwettbewerbs

Carbon Composites e.V. mit 18 Ausstellern am Gemeinschaftsstand auf der JEC 2017

**Einen neuen Rekord stellt der Carbon Composites e.V. (CCeV) in seinem Jubiläumsjahr 2017 auf: Der CCeV-Gemeinschaftsstand auf der JEC World in Paris erreicht mit 18 teilnehmenden Mitgliedern eine neue Höchstzahl. Der Stand ist auf der prestigeträchtigen Fachmesse in Halle 5A, E 46/54, zu finden.**

**JECworld**  
International Composites Event  
Paris, March 14-15-16-2017

2007 gründeten zehn Unternehmen und Institutionen in Augsburg den Carbon Composites e.V. (CCeV) – 2017 kann das Netzwerk stolz auf eine Mitgliederzahl knapp unter 300 blicken, auf Fach- und Regionalabteilungen in ganz Deutschland sowie in Österreich und der Schweiz und ein überaus reges Vereinsleben. Dies wird der CCeV im Rahmen seiner Mitgliederversammlung am 07. März 2017 auch tun. Kurz darauf trifft sich die Branche traditionell zur JEC World in Paris. Ebenso traditionell ist der CCeV hier mit einem der größten Ausstellungsstände vertreten.



## Vielfalt vertreten

Zu den Firmen, die auf Stand E 46/54 in Halle 5A unter dem Dach des CCeV zu finden sein werden, gehören erstmals auch Broetje Automation sowie die FH Nordwestschweiz oder Neumitglied Math2Market, aber auch „Stammgäste“ wie die österreichische AlpeX Technologies GmbH sowie Biontec Bionic Composites Technology AG, icotec AG, Krelus AG, Tissa Glasweberei AG und Suprem SA aus der Schweiz. Aus Deutschland vertreten sind DITF Denkendorf, die Fraunhofer Institute IGCV sowie PYCO, Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) GmbH, Nieke Composites GmbH, SWMS Systemtechnik Ingenieurgesellschaft mbH, Tebis Technische Informationssysteme AG, Komet Group GmbH und die Zweigniederlassung KSL der Pfaff Industriesysteme und Maschinen GmbH. Der CCeV selbst ist an allen Ausstellungstagen mit fachkundigem Beratungspersonal am Stand vor Ort.

Sehr wichtig ist dem CCeV als größtem europäischen Verbund für Composites-Spezialisten das „Netzwerken“ innerhalb der Branche. Ein Highlight wird deshalb am Mittwoch die Standparty am Gemeinschaftsstand sein, mit Weißwürsten, Brezen und Bier.

Die Präsenz des CCeV auf der JEC ist nicht der einzige „Auftritt“, der für dieses Jahr geplant ist, denn zur Jahresmitte wird die vom Verein und der Messe Augsburg organisierte Fachtagung „Symposium Experience Composites“ stattfinden, an der auch der offizielle Abschluss des Spitzenclusters MAI Carbon zelebriert werden wird, und im September ist der CCeV auf der Composites Europe in Stuttgart vertreten.



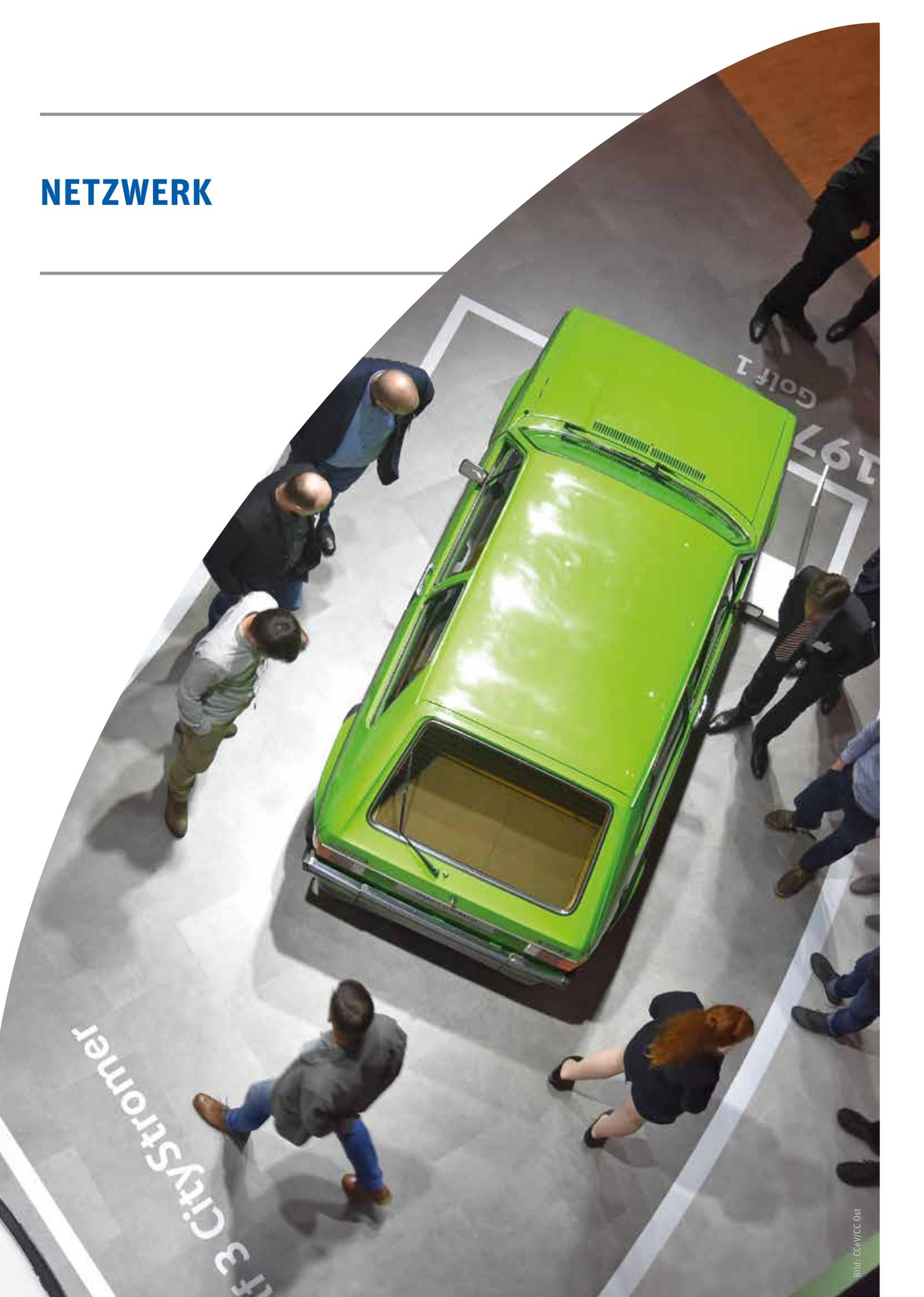
*In diesem Jahr präsentieren sich 18 Mitgliedsunternehmen des CCeV auf dem JEC-Gemeinschaftsstand in Paris.*

## Einheit zeigen

Mit dieser Vielfalt können sich die Besucher der JEC ohne lange Wege über zahlreiche Angebote entlang der Wertschöpfungskette der Faserverbundbranche informieren.



# NETZWERK



# DAS RICHTIGE WERKZEUG

Abschlussveranstaltung des Innovationsforums „MultiForm“ in Dresden

Am 26./27. Januar 2017 kamen aus dem Umfeld von CC Ost mehr als 80 Vertreter regionaler KMU des Werkzeug- und Formenbaus, der Faserverbundtechnologien sowie der Wissenschaft in Dresden zusammen. Anlass der zweitägigen Veranstaltung mit begleitendem Innovationsworkshop war der Abschluss des halbjährigen, vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützten Innovationsforums „MultiForm – Werkzeugsystemplattform für Faserverbund-Mischbauweisen“.



Bild: TUD TLK / LZS GmbH

Beispiel eines komplexen Werkzeugsystems: Einzelkomponenten des hoch-integralen InEco-Seitenteils in Faserverbund-Mischbauweise, entstanden am Leichtbau-Campus Dresden im Forschungsprojekt InEco®



Die lassen sich was einfallen: MultiForm-Teilnehmer beim Innovationsworkshop „Ideen für den Mittelstand – Durch Kooperation zum Wettbewerbsvorteil“

Innovative Leichtbauweisen, wie etwa die Kombination von Faserverbund und metallischen Werkstoffen, spielen eine zentrale Rolle auf dem Weg zur klimafreundlich gestalteten Gesellschaft. Allerdings ist dieses sogenannte Multi-Material-Design in der Regel erst erfolgreich, wenn es gelingt, die unterschiedlichen Werkstoffkomponenten in einem wirtschaftlichen Fertigungsprozess zur Leichtbaustruktur zu vereinen. Die Herausforderung besteht darin, in einem Werkzeug gleichzeitig verschiedene Werkstoffe zu verarbeiten, die teilweise sehr unterschiedliche, oft sogar konträre Anforderungen und Rahmenbedingungen mit sich bringen.

## Kooperationen als Schlüssel

Das vom CC Ost, Regionalabteilung des Carbon Composites e.V. (CCeV), initiierte Innovationsforum „MultiForm – Werkzeugsystemplattform für FaserverbundMischbauweisen“ setzte daher mit dem übergreifenden Ziel an, gemeinsam mit den in der Region ansässigen Technologieführern aus Industrie und Wissenschaft das bereits vorhandene Potenzial zu erschließen. „Es ist uns ein wesentliches Anliegen, die regionalen Kompetenzen aus dem

Faserverbund-Bereich mit denen des Werkzeug- und Formenbaus zusammenzubringen, um voneinander zu lernen und vielleicht sogar das ein oder andere neue Geschäftsfeld durch gezielte Kooperationen zu entdecken“, so Prof. Jens Ridzewski, Vorstandsvorsitzender des CC Ost, in seiner Eröffnungsrede.

## Wissen für alle

Passend dazu stellte Kai Steinbach vom Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH und Leiter der CCeV-Arbeitsgruppe „Werkzeug- und Formenbau“ die im Forum konzipierte „Werkzeugsystemplattform“ vor. Sie bündelt unternehmerische und wissenschaftliche Kompetenzen zur vernetzten Entwicklung komplexer Werkzeugsysteme und soll unter Federführung von CC Ost weiterentwickelt werden.

Wie die Plattform fand auch der von den Wissensarchitekten der TU Dresden moderierte Innovationsworkshop „Ideen für den Mittelstand – Durch Kooperation zum Wettbewerbsvorteil“ regen Anklang. Zum Auftakt stellte Dr. Sebastian Ortmann, ICM e.V. Chemnitz, eine themenbezogene Marktrecherche vor, die das Potenzial für die regionale Wirt-

schaft herausstellte. Angeregte Diskussionen der Teilnehmer führten zu einigen Initialzündungen sowohl auf fachlicher als auch auf Netzwerkebene. Der CC Ost, seine Mitglieder und neuen Partner werden diese Ansätze weiterverfolgen.

So bot das Forum zahlreiche fachliche Impulse – etwa „SuperTooler – Generative Fertigung von Großwerkzeugen“ von der Leichtbau-Systemtechnologien Korropol GmbH oder „Innovative Ansätze ohne Form und Werkzeug“ der BaltiCo GmbH. Eine Abendveranstaltung in der „Erlebniswelt Elektromobilität“ der Gläsernen Manufaktur von Volkswagen rundete das erfolgreiche Innovationsprojekt ab.

Weitere Informationen:

**Dr. Ing. Thomas Heber**,  
Carbon Composites e.V.,  
Abteilung CC Ost, Dresden,  
Telefon +49 (0) 351 / 463-426 41,  
thomas.heber@carbon-composites.eu,  
www.cc-ost.eu/innoforum



# GLEICHES MASS FÜR ALLE

## DIN SPEC 25713: Zerstörungsfreies Prüfverfahren für faserverstärkte Kunststoffe verabschiedet

**Der CCeV wirkte maßgeblich mit an der nunmehr verabschiedeten DIN SPEC 25713 „Beurteilung der Bauteilqualität nach der trendenden Bearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen“. Sie beschreibt ein innovatives Verfahren zur zerstörungsfreien Prüfung von Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen (FVK) nach der Endbearbeitung und ist somit wichtiger Meilenstein für Qualitätsdefinition und -beurteilung von FVK.**

Auf Basis von Forschungen an der TU Wien wurde zum Problem der bis dato uneinheitlichen Beurteilung von Imperfektionen (Ausfransungen, Delaminationen und Absplittierungen) in Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen (FVK) ein Beurteilungsverfahren entwickelt und bereits mehrfach angewandt. Im Juni 2016 reichten die vier Kooperationspartner CCeV, Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH, APEX Engineering und die federführende TU Wien beim Deutschen Institut für Normierung (DIN) einen

Projektantrag zur Erstellung einer DIN SPEC (PAS) ein und schlossen das Projekt in nur sechs Monaten ab.

Ohne aufwändige Messgeräte kann nun die Bauteilqualität in der Produktion nach DIN SPEC 25713 beurteilt werden. Das Verfahren ist uneingeschränkt für alle FVK einsetzbar und behandelt die Imperfektionen an den Bearbeitungskanten etwa nach Fräs- und Bohrbearbeitungen. Hierbei werden vornehmlich die Bauteildecklagen beurteilt.

Insgesamt gibt die DIN SPEC 25713 der Normung und Standardisierung im Bereich der Faserverbundtechnologie neue Impulse, hochinteressant nicht nur für Großanwender in Luftfahrt-, Energiegewinnungs- und Automobilindustrie.

Die DIN SPEC 25713: 2017-01 ist erschienen im Berliner Beuth-Verlag, wegen der internationalen Bedeutung des Prüfverfahrens in deutscher und englischer Sprache.

## INNOVATIVE NETZWERKE

### MAI Carbon bei erster programmübergreifender Clusterkonferenz des BMWi

**Ca. 150 Teilnehmer trafen sich Mitte November 2016 im Konferenzzentrum des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) in Berlin zur ersten programmübergreifenden Clusterkonferenz. Der Parlamentarische Staatssekretär Uwe Beckmeyer eröffnete die unter Federführung von „go-cluster“ organisierte Veranstaltung und lud zum Austausch ein. Der Spitzencluster MAI Carbon, eine Initiative des Carbon Composites e.V., unterstützte mit Exponaten und einem Überblick zu seinen Projekten.**



Zum Thema „Vernetzung“ bietet das BMWi die drei Maßnahmen „ZIM-Kooperationsnetzwerke“, das Programm „go-cluster“ und die „Industrielle Gemeinschaftsforschung“, die sich in ihren unterschiedlichen Ausrichtungen gut ergänzen und miteinander verzahnen lassen. Mit Vorträgen und Diskussionen bot die Clusterkonferenz eine vertiefte Einsicht in diese Angebote und zu weiteren Themen wie Wissens- und Technologietransfer, Cross-Clustering oder Synergieeffekte in Clustern und Netzwerken.

In einer begleitenden Ausstellung konnten zudem aus den Clusterprojekten entstandene Exponate begutachtet und Informationen zu Fördermöglichkeiten gesammelt werden.

Ein vorab organisierter Matching-Service ermöglichte darüber hinaus gezielte Treffen. MAI Carbon war unter Leitung seines verantwortlichen Projektmanagers Tjark von Reden vertreten und zeigte u.a. das Exponat „Dachspriegel“ aus dem Spitzencluster-Projekt MAI Skelett. Dieses verdeutlicht sehr anschaulich, welche Fortschritte im Rahmen des Clusters erzielt wurden, um Carbon Composites fit für die Großserie zu machen. MAI Carbon ist übrigens durch „go-cluster“ mit dem Gold-Label zertifiziert.

In den rund 100 Innovationsclustern des Programms „go-cluster“ sind mehr als 13.000 Clusterakteure aus allen Regionen Deutschlands, darunter über 8.500 Unter-

nehmen, 800 einzelne Lehrstühle und Institute in Universitäten und Hochschulen sowie ca. 770 Abteilungen und Unterabteilungen in außeruniversitären Forschungseinrichtungen vereint. Sie sind Vorreiter für Innovationen und spiegeln die technologische Bandbreite Deutschlands wider.

Weitere Informationen:

**Dr. Tjark von Reden,**

Gesamtleitung MAI Carbon Cluster Management GmbH, c/o CCeV, Augsburg, Telefon +49 (0) 821 / 26 84 11-11, +49 (0) 157 / 76 81 11 82, tjark.v.reden@mai-carbon.de, www.carbon-composites.eu

Erweiterung des Aufgabenspektrums von MAI Carbon innerhalb des Carbon Composites e.V.

**Zum jährlichen Projektforum samt Mitgliederversammlung und Neuwahlen des Vorstands hatte MAI Carbon Ende 2016 in seine neuen Räume im Technologiezentrum Augsburg (TZA) eingeladen. An zwei Tagen konnten sich der Projektträger und die Mitglieder des Carbon Composites e.V., zu dem der Spitzencluster gehört, einen umfassenden Gesamtüberblick über die Arbeit in den MAI Carbon-Projekten verschaffen.**



Zum Auftakt der zweitägigen Veranstaltung informierten sich über 100 Interessierte über die Ergebnisse von mehr als 30 MAI Carbon-Projekten, die in teilweise parallelen Vorträgen präsentiert wurden. Im Cluster bündeln die Partner in der Region München – Augsburg – Ingolstadt, die auch Mitglied im Carbon Composites e.V. (CCeV) sind, ihr Wissen, um die Technologieführerschaft beim Einsatz von CFK-Bauteilen in der Massenproduktion auszubauen und Deutschland im Bereich Faserverbundtechnik weltweit zum Vorreiter zu machen.

Das Abendprogramm fand mit einer Führung im Augsburger Textil- und Industriemuseum „tim“ statt, in dem zeitgleich noch die Sonderausstellung „Carbon, Stoff der Zukunft“ zu sehen war. MAI Carbon hatte inhaltlich maßgeblich zu dieser Ausstellung beigetragen.

## Neue Aufgaben

Am zweiten Tag der Veranstaltung fand die jährliche Mitgliederversammlung der CCeV-Abteilung MAI Carbon statt. Auf der Agenda standen auch die Neuwahl des Vorstandsgremiums und eine Satzungsänderung. Künftig wird MAI Carbon sowohl bestehende Aufgaben fortführen als auch innerhalb des Carbon Composites e.V. (CCeV) die Region Bayern vertreten. Themenschwerpunkte der Arbeit werden sein: Vernetzen, Fördern der Geschäftsentwicklung der Partner, Weiterentwickeln von faserverstärkten Kunstfasern, Öffentlichkeitsarbeit für den Werkstoff, Stärken der internationalen Wahrnehmung sowie Fördern von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen. „Mit diesem Schritt führen wir nicht nur die Erfolge des Spitzenclusters weiter, sondern stärken auch langfristig die Entwicklungen um die faserverstärkten Kunststoffe“, betont Prof. Klaus Drechsler, Vorstandsvorsitzender von MAI Carbon.

## Vorstandswahl

Der neue Vorstand wurde nach einer Stichwahl bestimmt und setzt sich für die kommenden zwei Jahre wie folgt zusammen: Vorstandsvorsitzender bleibt Prof. Klaus Drechsler (TUM/LCC). Auch Prof. Siegfried Horn (Uni Augsburg), Ralph Hufschmied (Hufschmied) und Dr. Reinald Pfau (Premium Aerotec) wurden im Amt bestätigt. Neu gewählt wurde Roland Müller (Airbus Helicopters) als Nachfolger für Markus Feiler, der das Unternehmen wechselte. Außerdem wurden fünf weitere Personen in den Vorstand kooptiert: Matthias Wendt (innofocus), Dr. Joachim Starke (BMW), Dr. Andreas Erber (SGL), Monika Kreutzmann (ARRK) sowie Dr. Lars Herbeck (Voith Composites). MAI-Carbon Abteilungsgeschäftsführer Dr. Tjark von Reden resümiert zufrieden: „Wir haben weiterhin eine ausgewogene Mischung an Interessenvertretern aus Industrie, KMU sowie Forschungs- und Bildungseinrichtungen. Das hilft uns bei der Umsetzung unserer weiteren Vorhaben.“

Weitere Informationen:

### Rita Fritsch,

Leiterin Kommunikation & Marketing,  
MAI Carbon Cluster Management GmbH,  
c/o CCeV, Augsburg,  
Telefon +49 (0) 821 / 26 84 11-14,  
+49 (0) 821 / 157 / 76 81 11 89,  
rita.fritsch@mai-carbon.de,  
www.carbon-composites.eu



*Genügend Zeit und Raum zum Netzwerken bot das Projektforum im TZA Augsburg*

# GELINGT DER DURCHBRUCH?

## Neue Polymere für Fertigungsprozesse im Leichtbau

**Experten aus dem Bereich der Polymerchemie präsentieren ihre Entwicklungen zu neuen Polymeren beim Treffen der Arbeitsgruppen „Matrices“ und „Faser-Matrix-Haftung“ des Carbon Composites e.V. (CCeV) in Europas größtem Textilforschungsinstitut (DITF) in Denkendorf.**

Über 70 Vertreter aus Wissenschaft und Industrie fanden sich im Dezember 2016 zusammen, um neue Ansätze und Anforderungen zur Entwicklung zukünftiger polymerer Matrixsysteme für faserverstärkte Verbundwerkstoffe miteinander zu diskutieren. Bereits in den vorangegangenen Gemeinschaftssitzungen der AG „Matrices“ (Leitung Prof. Dr. Michael Heine, Universität Augsburg / MRM) und AG „Faser-Matrix-Haftung“ (Leitung Dr. Christina Scheffler, Leibniz-Institut für Polymerforschung e.V., Dresden) war die Notwendigkeit einer Forcierung der Polymerentwicklung die wichtigste Forderung.

Bezugnehmend auf das Treffen beim European Polymerkongress in Dresden im Juni 2015 und in Bayreuth im Januar 2016 wurde das damals erarbeitete Positionspapier vertieft.

### Blick in die Zukunft

Die aktuell zu erwartenden revolutionären Entwicklungen im Bereich des Transports von Personen und Gütern zu Land, Wasser und in der Luft, im Maschinenbau sowie im Bauwesen und der Straßen- und Brückeninfrastruktur rechtfertigen in jeder Form diesen Entwicklungsansatz.

Sowohl der CCeV als auch die Allianz Faserbasierte Werkstoffe Baden-Württemberg e.V. (AFBW) sehen in den damit verbundenen Maßnahmen zur Ressourcenschonung bei Materialien und Energie den Konjunkturmotor der Zukunft.

Es werden nun unter der Federführung von Prof. Heine im Rahmen eines Kernteams weitere Experten festgelegt und angesprochen, um zeitnah ein Rundgespräch mit der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG) zu führen. Hier sollen die Rahmenbedingungen für eine Entwicklungsstrategie festgelegt und ein nationales Schwerpunktprogramm (SPP) bei der DFG vorbereitet werden.



*Vorstellung aktueller Forschungsergebnisse bei dem Treffen der AG „Matrices“ und „Faser-Matrix-Haftung“ am DITF Denkendorf*

### Lohnende Ziele

Mit einer möglichen Förderung durch die DFG könnte ein grundlegender Entwicklungsschub ausgelöst werden. Die „unendliche Vielzahl denkbarer Polymere“, gezielt angegangen unter dem Aspekt neuartiger Fertigungsverfahren, wird wissenschaftlich eine Vielzahl von neuen Ansätzen für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle liefern.

Neben technologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Polymersysteme sind auch Wechselwirkungen zwischen der Faseroberfläche und der Polymermatrix zu beachten. Grenzschichtmorphologische Aspekte spielen eine entscheidende Rolle für Carbon- und andere Faserverstärkungen. „Um hier wirklich erfolgreich zu sein und um über eine evolutionäre Entwicklung der bekannten Matrixpolymere und Mechanismen hinausgehen zu können, brauchen wir auch Polymerchemiker, die sich heute nicht typischerweise mit Polymersystemen als reinem Werkstoff befassen“, unterstreicht Prof. Heine.

Ein großer Anteil der derzeitigen Fertigungskosten liegt im Konsolidierungsprozess, wenn das flüssige Matrixsystem mit der Fa-

serstruktur zusammentrifft. Neue Werkstoffsysteme bieten hier die Möglichkeit, Kosten zu reduzieren, indem neue Prozesse mit kürzeren Infiltrationszeiten und schneller aushärtender Matrix möglich sind.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Polymerentwicklung wird auch die Kombination der faserverstärkten Verbundwerkstoffe mit Metallen, Holz und Beton sein.

Das nächste Treffen der Arbeitsgruppen ist für den September 2017 in Augsburg geplant.

Weitere Informationen:

#### **Prof. Dr. Michael Heine,**

Carbon Composites e.V., Augsburg und Institut für Material Resource Management (MRM), Lehrstuhl Materials Engineering, Universität Augsburg, Telefon +49 (0) 821 / 598-31 31, +49 (0) 171 / 47 40 710, michael.heine@carbon-composites.eu, www.carbon-composites.eu

#### **Julia Konrad,**

Carbon Composites e.V., Abteilung CC Ost, Dresden, Telefon +49 (0) 351 / 463-426 41, julia.konrad@carbon-composites.eu, www.cc-ost.eu

## 8. Swiss SAMPE Technical Conference 2017 in Luzern

**Hybride Composites in der Serienproduktion waren das Thema der 8. Technischen Konferenz, die am 25. Januar 2017 im Rahmen der Swiss Plastics in Luzern stattfand. Carbon Composites Schweiz und SAMPE Schweiz (Society for the Advancement of Material and Process Engineering) hatten gemeinsam dazu eingeladen.**



Interessante Impulse gaben die Experten am Rednerpult. Gleich eingangs bot Prof. Dr.-Ing. Christian Hühne vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt Einblicke in Projekte, bei denen CFK-Metall-Laminatete getestet werden, die projektspezifische Vorteile aufweisen. Auch Anatole Gilliot, der seit Jahresbeginn die Suprem SA leitet, unterstrich, dass Composites in Zukunft weitere Funktionen von anderen Werkstoffen mitbringen müssen. Ebenso wies er auf die wesentlichen Voraussetzungen hin, damit die Serienproduktion tatsächlich gewährleistet ist.



*Teilnehmer der 8. Technischen Konferenz des CC Schweiz in Luzern*

### Beispielhafte Erfolge

Wie sich ein Schweizer Komponentenhersteller im Markt erfolgreich positionieren kann, erläuterte Marcel Siegfried, Entwicklungsingenieur bei Biontec, das dank Multi Parallel Technology® kosteneffizient in Serie produzieren kann. Um Effizienz ging es auch im Beitrag von Dr.-Ing. Michael Krahl vom Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden. Im Forschungsprojekt InEco® wurde ein Leichtbau-Chassis entwickelt, bei dem die Zahl der Komponenten dank Multi-Material-Design auf 65 reduziert werden konnte. Eine herkömmliche Autokarosserie besteht aus rund 350 Komponenten.

Der Leiter der Innovationsabteilung von Georg Kaufmann Formenbau AG, Christian Götz, zeigte dann neue Möglichkeiten in der Serienproduktion von hybriden Composites auf – dank Prozessintegration im Werkzeug. Die Herausforderung, dass beim Hinterspritzen das UD-Tape in der gewünschten Form bleibt, konnten sie mit ihrem Produktionssystem lösen. Auch der abschließende Beitrag zeigte neue Anwendungsmöglichkeiten auf. Nicolas Morel von Sika Automotive AG präsentierte dabei die Chancen auf, die neue Klebstoff-Technologien in der Konzeption von Fahrzeugen bieten.



*Fachgespräche im Foyer*



*Marcel Siegfried, Biontec, sprach über die Multi Parallel Technology® seines Unternehmens*

Die nächste Swiss SAMPE Technical Conference findet 2019 statt.

Weitere Informationen:

**Stève Mérillat,**  
Carbon Composites e.V.,  
Geschäftsführer CC Schweiz, Winterthur,  
Telefon +41 (0) 52 52 07-400,  
steve.merillat@carbon-composites.eu,  
www.cc-schweiz.ch,  
www.sampe.ch

## CCeV Studienpreise 2017 – jetzt bewerben!

**Bereits zum vierten Mal schreibt der Carbon Composites e.V. (CCeV) dieses Jahr die CCeV Studienpreise aus. Noch bis zum 01. August 2017 können sich Bachelor- und Masterabsolventinnen und -absolventen mit ihren aktuellen Abschlussarbeiten aus dem Composites-Bereich für die begehrten Preise bewerben.**

„Der CCeV hat sich Förderung und Verbreitung der Carbonfaser-Composites zum Ziel gesetzt. Dazu gehört natürlich auch die Förderung des Nachwuchses, der das Wachstum dieser Branche in Zukunft sicherstellt“, fasst Jury-Mitglied Dr. Tilo Hauke die Zielsetzung des CCeV Studienpreises zusammen. Die Preise sind mit jeweils 1000 Euro dotiert und werden für die beiden besten Abschlussarbeiten eines Studienjahres verliehen. Vergabekriterien sind Innovationsgehalt, Anwendungsorientierung im Sinne von Industrierelevanz sowie sinnvolles Zusammenspiel von theoretischen und praktischen Anteilen.

### Preisträger des CCeV Studienpreis 2016 öffentlich geehrt

Mit den Studienpreisen 2016 des Carbon Composites e.V. (CCeV) wurden Michael Wilhelm für die beste Bachelorarbeit und Anja Nieratschker für ihre herausragende Masterarbeit ausgezeichnet. Die Preisverleihung fand am Mittwoch, den 21. September 2016, auf der Experience Composites-Messe in Augsburg im Rahmen des CCeV Symposiums statt. Die Laudatio hielt Dr. Tilo Hauke, Leiter der Konzernforschung bei SGL Carbon und Vorstandmitglied des CCeV.

„Mit großer Freude haben wir festgestellt“, hob Hauke hervor, „dass es uns dieses Jahr besonders schmerzlich ist, die Preisträger zu küren. Denn alle der zwölf eingereichten Arbeiten waren sehr hochwertig und hätten dem Grunde nach den Ansprüchen der Preisvergabe genügt.“ Neben Hauke gehörten zur prominent besetzten Fachjury Prof. Dr.-Ing. André Baeten (HS Augsburg), Karl Brentrup (Quadrant Plastic Composites AG), Marco Zichner (Leichtbau-Systemtechnologien Korropol GmbH) und Günter Deinzer (Audi AG).

Die Wahl der Jury fiel schließlich auf Michael Wilhelm (25), der sein Maschinenbau-Studium an der Technischen Universität Deggendorf mit der Bachelorarbeit „Technologieentwicklung zur großserientechnischen Fertigung von strukturellen CFK-Hohlbauteilen mit entfernbarem Kern“ abschloss. Dabei geht es um die vom Preisträger zusammen mit KTM Technologies entwickelte Cavus-Technologie. Dabei werden Hohlkörper – im konkreten Arbeitsbeispiel: Fahrradlenker – aus Carbonfasermaterial um einen zu 96 Prozent recycelbaren Kern aus verfestigtem Sand geformt. „Faszination und Innovationspotenzial von High-End-Werkstoffen“ waren ausschlaggebend für Wilhelms Themenwahl, der Erfolg bestätigt den frischgebackenen Entwicklungsingenieur, dem Arbeitsfeld Carbon Composites weiterhin treu zu bleiben.

Das will auch Anja Nieratschker (25), die sich bereits in ihrer Bachelorarbeit mit dem Thema Composites beschäftigte. Nun wurde sie für ihre Masterarbeit „Forming of Flat Dry Fiber AFP Laminates for Sandwich Panel Manufacturing“ ausgezeichnet, die an der Technischen Universität München in Zusammenarbeit mit GE (General Electric) entstand. Hinter dem Titel verbirgt sich eine neuartige Technologie zur Herstellung von Sandwichpanels, nämlich mit trockenen Fasern im Prepreg-Verfahren auf Schaumkernen mit anschließender Infusionierung. Insbesondere an gekrümmten Oberflächen ist es dabei wichtig, Falten und Fehler aller Art zu vermeiden – ein Problem, das dank Nieratschkers Arbeit nun auch in der industriellen Anwendung deutlich besser in den Griff zu bekommen ist. Die berufliche Anerkennung freut die 25-jährige Maschinenbauingenieurin und spornt sie gleichzeitig weiter an auf ihrer Suche nach „dem perfekten Prozess“ in der Composites-Entwicklung.



*Ausgezeichneter Nachwuchs: den Studienpreis 2016 nahmen Michael Wilhelm (li.) und Anja Nieratschker (re.) freudestrahlend entgegen*

### CCeV Studienpreis 2017

Moderator Tilo Hauke schloss mit einem Ausblick auf die Ausschreibung des CCeV Studienpreises 2017, Einsendeschluss dafür ist der 01. August 2017.

Die CCeV Studienpreise 2017 werden im Rahmen einer CCeV-Veranstaltung im Herbst dieses Jahres verliehen.

Weitere Informationen zu den CCeV-Studienpreisen finden Sie auch im Flyer in diesem Heft oder im Internet unter [www.carbon-composites.eu/de/wissen/](http://www.carbon-composites.eu/de/wissen/)

## Basiswissen der Faserverbundfertigung – qualitäts-gerechte Fertigung, Schadensvermeidung, Arbeitsschutz

### Nutzen:

Das Seminar vermittelt Grundlagen der Bearbeitung von Faserverbund-Bauteilen. Die Teilnehmer erwerben Kenntnisse über den Umgang mit Werkstoffen, die Verfahren zur Herstellung von Faserverbund-Bauteilen und das Vermeiden von Schäden.

### Teilnehmerkreis:

Technisch orientierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Metall-, Kunststoff- und Holzbereich.

### Augsburg:

**29. Juni 2017**, 0,5 Tage, 14:00 bis 17:00 Uhr

## Grundlagenseminar Thermoplastische Faser-Kunststoff-Verbunde

### Nutzen:

Im Mittelpunkt dieses Seminars steht die Vermittlung von Grundlagen über spezifische Eigenschaften, Aufbau, Einsatzgebiete und Verarbeitung von thermoplastischen Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV). Darüber hinaus wird auch auf die wichtigsten Produktionstechnologien wie Thermoformen, Pressen, Fügen u.a. eingegangen.

### Teilnehmerkreis:

Technisch orientierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Metall- und Kunststoffbereich.

**Kaiserslautern: 27. April 2017**, 1 Tag, 10:00 bis 17:00 Uhr

**Augsburg: 26. Oktober 2017**, 1 Tag, 10:00 bis 17:00 Uhr

## Grundlagenseminar/Workshop – Theorie und Praxis in der Entwicklung und Fertigung von CFK-Bauteilen

### Nutzen:

Im zweitägigen theoretischen Grundlagenteil werden Werkstoffe, Fertigungsverfahren, Auslegungsmethoden und Bauweisen auf Grundlagenniveau vorgestellt. Im ebenfalls zweitägigen praktischen Teil wenden die Teilnehmer das erlernte Wissen an, indem sie im Technikum eines CCeV-Partners selbst eine Faserverbundstruktur herstellen.

### Teilnehmerkreis:

Insbesondere Ingenieure aus dem Entwicklungsbereich und deren Zulieferer bzw. Dienstleister, die sich erstmals mit der Entwicklung von Composite-Bauteilen in den Branchen Maschinen-, Anlagen- und Werkzeugbau befassen.

### Augsburg:

**10. und 11. sowie 17. und 18. November 2017**,  
4 Tage, jew. 09:00 Uhr bis 16:30 Uhr

## Infiltrationstechnik – Theorie und Praxis

### Nutzen:

Die Teilnehmer erhalten einen allgemeinen Einblick in die Vielzahl von Infusionstechniken und im Speziellen in die VAP®-Technik und deren Vorteile. Sie lernen die Funktionsweise und den Infiltrationsaufbau theoretisch wie praktisch kennen.

### Teilnehmerkreis:

Technisch orientierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Metall- und Kunststoffbereich.

### Hurlach:

**17. Mai 2017**, 1 Tag, 09:00 bis 16:00 Uhr

## Grundlagen des Automated Fiber Placement (AFP) Verfahrens

### Nutzen:

In dem halbtägigen Seminar werden die Grundlagen des Automated Fiber Placement Verfahrens vermittelt. Die Teilnehmer lernen die Unterschiede, Herausforderungen sowie die Vor- und Nachteile der jeweiligen AFP-Verfahren kennen (z.B. Thermoset-, Thermoplast- und Dry-Fiber-Placement). Ebenfalls Bestandteil des Seminars sind die prozessspezifischen Anforderungen an die zu verwendenden Kohlenstofffaserhalbzeuge.

### Teilnehmerkreis:

Techniker und Ingenieure, die einen Einstieg in das Thema finden wollen.

### Augsburg:

**07. November 2017**, 0,5 Tage, 09:00 bis 12:00 Uhr

## Zerstörende Materialprüfung und zerstörungsfreie Bauteilprüfung unter Luftfahrtaspekten

### Nutzen:

In diesem Seminar, das bei der GMA-Werkstoffprüfung GmbH stattfindet, wird ein Überblick über die gängigsten Verfahren der zerstörenden und zerstörungsfreien Werkstoffprüfung gegeben, verbunden mit einem Einblick in die praktische Durchführung von Prüfungen und die formalen Anforderungen der Luftfahrtindustrie.

### Teilnehmerkreis:

Entwicklungsingenieure, Bauteilverantwortliche und Techniker aus der Produktion, die keine Prüfabteilung im eigenen Haus haben, und auch „Newcomer“ im Bereich „Qualitätssicherung von Luftfahrt-Bauteilen“.

### Augsburg:

**26. September 2017**,  
1 Tag, 09:00 Uhr bis 17:00 Uhr

## Organisation des Change Managements beim Einsatz von Carbonbauteilen

### Nutzen:

Die Teilnehmer lernen, auf welche Abläufe sie in den einzelnen Abteilungen achten müssen, wo sie im Unternehmen vorausschauend agieren und ihre Kolleginnen und Kollegen einweisen und schulen sollten.

### Teilnehmerkreis:

Techniker und Ingenieure, die abteilungsübergreifend Prozesse gestalten, sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Unternehmen, die erstmals Bauteile aus CFK produzieren, beschaffen oder einbauen.

### Augsburg:

**29. September 2017**, 0,5 Tage, 09:00 bis 13:30 Uhr

## Zerspanung: Besäumen und Fräsen von Composite-Materialien

### Nutzen:

Die Teilnehmer erhalten einen umfassenden Einblick in verschiedene zerspanende Bearbeitungsmöglichkeiten von Composite-Materialien. Ziel ist ein umfangreiches Prozessverständnis, um fachlich kompetente Entscheidungen treffen zu können und so hohe Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit beim Besäumen und Fräsen von Composites zu erreichen.

### Teilnehmerkreis:

Technisch orientierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Metall und Kunststoffbereich.

### Augsburg:

**08. November 2017**, 1 Tag, 09:00 Uhr bis 17:00 Uhr

## Anwenderseminar/Workshop für Maschinen-, Anlagen- und Werkzeugbauer

### Nutzen:

In diesem Seminar werden nach einer theoretischen Einführung die Vor- und Nachteile des CFK-Einsatzes in Kleingruppen an konkreten Anwendungsbeispielen aus unterschiedlichen Branchen erarbeitet und gemeinsam diskutiert. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf möglichen hybriden Lösungen (sog. Mischbauweise), und auch der Kostenaspekt wird besonders berücksichtigt. Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Teilnehmer in der Lage abzuschätzen, ob sich der Einsatz von CFK in ihrer Anwendung grundsätzlich lohnen würde.

### Teilnehmerkreis:

Insbesondere Ingenieure aus dem Entwicklungsbereich und deren Zulieferer bzw. Dienstleister, die sich erstmals mit der Entwicklung von Composite-Bauteilen in den Branchen Maschinen-, Anlagen- und Werkzeugbau befassen.

### Augsburg:

**11. Mai 2017**, 1 Tag, 09:00 bis 16:30 Uhr

## Zerspanung: Bohren von Composites und deren Metallhybridverbunden

### Nutzen:

Die Teilnehmer erweitern ihre Fachkompetenz in der zerspanenden Bearbeitung von Composites, indem sie Rahmenbedingungen, Strategien und Lösungsansätze kennenlernen, um hohe Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit beim Bohren von Composites und deren Metallhybridverbunden (CFK/Alu/Titan u.a.) zu erreichen.

### Teilnehmerkreis:

Technisch orientierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Metall- und Kunststoffbereich.

### Augsburg:

**21. Juni 2017**, 1 Tag, 09:00 bis 17:00 Uhr

## Innovative Werkstofflösungen für den Maschinenbau

### Nutzen:

Die Teilnehmer werden mit der Strategie der innovativen Materialmischbauweise vertraut gemacht. Sie sind nach dem Seminar in der Lage, mit Hilfe der Leichtbauprinzipien und den vielfältigen Möglichkeiten der Funktionsintegration neue Lösungen für die Aufgabenstellungen im allgemeinen Maschinenbau, im Flugzeugbau und in der Automobilindustrie zu definieren.

### Teilnehmerkreis:

Verantwortliche im Bereich der Technologiedefinition und Strukturanalyse, Entwicklungsingenieure, Produktionsingenieure.

### Augsburg:

**13. Oktober 2017**, 0,5 Tage, 09:00 bis 13:00 Uhr

## Automatisierte Handhabung formlabiler Halbzeuge

### Nutzen:

Das Seminar beleuchtet das Thema sowohl aus Sicht der Mechatronik als auch vor dem Hintergrund der speziellen Anforderungen bei der Produktion von CFK-Bauteilen. Hierfür erarbeiten die Teilnehmer unter Anleitung das schrittweise methodische Vorgehen zur Entwicklung einer automatisierten Lösung und setzen anschließend ein Konzept für eine ganzheitliche Automatisierungsstruktur um. Ein bis dato manuell durchgeführter Prozessschritt wird durch eine automatisierte Lösung ersetzt.

### Teilnehmerkreis:

Ingenieure, Techniker, Facharbeiter aus den Bereichen Mechatronik oder Kunststoffverarbeitung.

### Augsburg:

**28. November 2017**, 1 Tag, 09:00 bis 17:00 Uhr

## Internet-Auftritt mit „Responsive Design“ für technologieorientierte Unternehmen

### Nutzen:

Leicht auffindbar, angenehm rasch orientierend, stets aktuell und auch international verständlich. Unabhängig davon, auf welchem Weg und mit welchem Gerät Besucher zugreifen – gut strukturiert wirken die Inhalte kompetent und persönlich. Wie gelingt so ein Gesamteindruck? Welche Aspekte sind bei einem aktuellen Internet-Projekt konkret vorrangig?

### Teilnehmerkreis:

Geschäftsführer, Marketing-Verantwortliche, Öffentlichkeitsarbeiter, Internet-Projektverantwortliche.

### Augsburg:

**30. Mai 2017**, 1 Tag, 10:00 bis 17:00 Uhr

## Suchmaschinenoptimierung für technologieorientierte Unternehmen

### Nutzen:

Google & Co. laden dazu ein, mit sprachlichen, inhaltlichen und technischen Methoden so „kompatibel“ wie möglich zu werden, damit die Treffer und Links zur Webseite an relevanter Stelle bei den Nutzern auftauchen können. Das Seminar bietet praktische Anleitungen, um Inhalte zu gestalten, die bei Suchmaschinennutzern punktgenaue Treffer landen.

### Teilnehmerkreis:

Geschäftsführer, Marketing-Verantwortliche, Texter, Internet-Projektverantwortliche.

### Augsburg:

**10. Oktober 2017**, 1 Tag, 10:00 bis 17:00 Uhr

## Schutz des geistigen Eigentums für KMU

Nach dem Seminar kennen die Teilnehmer die vom Gesetzgeber geschaffenen Möglichkeiten zum Schutz des geistigen Eigentums. Sie wissen, wie eigene Entwicklungen, der Ruf des Unternehmens und ästhetische Erscheinungsbilder rechtlich geschützt werden können. Gerade für Entscheider in Unternehmen wie Geschäftsführer/Manager und Abteilungs-/Teamleiter in der Entwicklung aber auch Ingenieure wird ein umfassender Überblick gegeben.

### Teilnehmerkreis:

Geschäftsführer, Manager, Entscheider, Teamleiter, Abteilungsleiter aus KMUs der Technik-Branche.

### Augsburg:

**07. Juli 2017**, 0,5 Tage, 09:00 Uhr bis 12:00 Uhr

### ANMELDUNG UND WEITERE INFORMATIONEN

Das vollständige Weiterbildungsprogramm sowie die Online-Anmeldung finden Sie unter: [www.carbon-composites.eu](http://www.carbon-composites.eu)

### INHOUSE-TRAININGS CARBON COMPOSITES UND CERAMIC COMPOSITES!

Gerne bieten wir Inhouse-Trainings zu allen im Weiterbildungsprogramm genannten Themen an. Passgenaue Themenabgrenzung in Verbindung mit Praxisbezug zur eigenen Firma und hausinternem Personal garantieren einen schnellen Wissenszuwachs und dessen Umsetzung am Arbeitsplatz.

Weitere Informationen und Anmeldung:

**Katharina Lechler**, CCeV, Telefon +49 (0) 8 21/26 84 11-05, [katharina.lechler@carbon-composites.eu](mailto:katharina.lechler@carbon-composites.eu)

## Zertifikatslehrgang – Herstellen und Betreiben von Maschinen und Anlagen im CFK-Produktumfeld

### Nutzen:

Der Werkstoff CFK stellt im Vergleich zu Metall oder Holz andere Anforderungen an Maschinenkonzeption, Produktgestaltung und Produktionsprozesse. Bereits im Frühstadium der Planung sollte man sich mit diesen technischen und regulativen Anforderungen auseinandersetzen, um frühzeitig die entsprechenden Werkstoffanforderungen, Risiken und Qualitätsanforderungen einbeziehen zu können. In diesem Seminar lernen die Teilnehmer den werkstoffgerechten Umgang mit CFK in Bezug auf die Herstellung und den Betrieb von Maschinen kennen. Es bietet einen Einblick in die CFK-Herstellung und -Bearbeitung in direktem Zusammenhang mit den Regularien und Vorschriften für die Herstellung/Produktion und deren Folgen für den Maschinen- und Anlagenbau.

### Inhalt:

Der Zertifikatslehrgang besteht aus drei Tagen mit unterschiedlichen Schwerpunkten und wird mit einer Prüfung abgeschlossen. Beide Referenten sind erfahrene Praktiker aus den Bereichen CFK und Maschinenbau. Sie sind an allen Seminartagen vor Ort und vermitteln die Schulungsinhalte gemeinsam. Die Teilnehmer lernen Handlungsfelder und Lösungsansätze für das Herstellen und Betreiben von Maschinen und Anlagen im CFK-Produktumfeld aus beiden (Fach-)Perspektiven – CFK und Maschinenbau – kennen.

### Teilnehmerkreis:

Das Seminar wendet sich an Hersteller, die Bauteile aus CFK einbauen, an Hersteller von CFK-Produkten sowie an Mitarbeiter mit Erfahrung in diesem Bereich aus dem Metall-, Maschinen- und Anlagenbau.

**Augsburg: 18. bis 20. Oktober 2017**, 3 Tage, jew. 09:00 Uhr bis 17:00 Uhr

---

# JAHRESTHEMA DESIGN

---





Bild: KTM/Hennecke

Zwischen Design und Endprodukt: Entnahme des ausgehärteten Bauteils aus dem Werkzeug.

## BEGEHRENSWERTER LEICHTBAU

„Inside Out Design“ – oder: Warum Design von Anfang an zur Bauteilentwicklung gehört

**Struktureller Leichtbau in Carbon, der multifunktionell, schön und preiswert herzustellen ist, stellt Entwickler und Produzenten oft noch vor großen Herausforderungen. „Inside Out Design“ heißt die Methode, die KTM-Technologies und die Designagentur Kiska anwenden, um diese Herausforderungen erfolgreich zu lösen. Wie das praktisch geht, zeigt das Beispiel der jüngsten Entwicklung eines Kennzeichenträgers am Motorrad.**

Design entsteht in einem Entwicklungsprozess, der technische Innovationen integriert und ästhetische Formen entwickelt, die das Produkt benutzbar und verständlich machen. Das Design steht ebenso für Prinzipien wie Nachhaltigkeit und Umweltfreundlichkeit, es visualisiert die Grundwerte, für die eine Marke steht.

Wenn die Arbeit mit einem weißen Blatt Papier in einer frühen Phase der Produktentwicklung beginnt, kann nur ein Team aus Designern und Technikern gemeinsam in einem holistisch arbeitendem Projektteam all diesen Ansprüchen gerecht werden.

### Die Aufgabe

Die Herausforderung im Rahmen des Project R.A.C.E. war, einen Kennzeichenträger am Motorrad wesentlich leichter, in begehrtem Design, multifunktional und preiswert umzusetzen. Das Fahrzeug dafür

war die Hochleistungsmaschine KTM 1290 Superduke R mit 170 PS, 1300 ccm Hubraum und Ready To Race Set-Up.

### Die Randbedingungen

Am wichtigsten ist zunächst die Wirtschaftlichkeit, weshalb für die Herstellung die „Cavus Technologie“ gewählt wurde. Sie ermöglicht es, zum einen das Bauteil in integraler Bauweise als komplexe Hohlstruktur herzustellen, zum anderen gibt sie dem Designer reichlich Freiheit bei der Gestaltung der Formen. Außerdem zeichnet sich diese Technologie durch ihre umweltfreundlichen Komponenten und die Wiederverwendbarkeit des Kernmaterials aus.

Im Weiteren sollen vollautomatisierte Preformprozesse wie das Flechten kurze Preformzeiten und eine nahezu vollständige Ausnutzung der verwendeten Carbon Fasern ermöglichen. Damit das Bauteil in ei-

ner kurzen Zykluszeit von unter drei Minuten vollautomatisiert und prozesssicher hergestellt werden kann, sollen ein PU-Harzsystem und das Hochdruck-RTM-Verfahren zum Einsatz kommen.

### Die Entstehung

Die Umsetzung am Bauteil nützt „Inside Out Design“ als Schlüssel, wobei das Zusammenspiel aus Styling und Engineering das Fundament für gutes Design bildet.

Kiska Designer bringen zusammen mit dem Engineering von KTM-Technologies erste Handzeichnungen und Konzepte zu Papier. Bereits in dieser ersten Phase werden Aspekte wie Bauräume, eine Anbindung an das Fahrzeug und die Herstellbarkeit diskutiert und vom Designer berücksichtigt. Gleichzeitig treibt der Designer das Engineering mit den gewünschten Geometrien an die Grenze des Machbaren.

Ist ein erstes Design geboren, beginnt die Phase der technischen Umsetzung. Die Zeichnungen werden in 3D-Daten überführt, die als Grundlage für das Engineering dienen.

FEM-Simulationen dienen dazu, das Bauteil lastfallgerecht auszulegen. Mit Prozesssimulationen werden erste Angusskonzepte für die Auslegung der Hochdruck-RTM-Werkzeuge bewertet und ggf. angepasst. Im nächsten Schritt entstehen aus den Designdaten erste Prototypen im RPT-Verfahren. Diese Teile werden bereits am Fahrzeug überprüft und im Flechtprozess zu initialen Preforms verarbeitet. Das Flechtresultat gibt Aufschluss über die Realisierbarkeit in einem späteren Serienprozess. Außerdem können mithilfe der Preforms das Handling im RTM-Werkzeug bewertet und Konzepte dazu entwickelt werden. Eventuell muss die Geometrie angepasst werden, um ein sicheres Einlegen der Bauteile in das Werkzeug zu erreichen.

Diese Phase generiert eine Fülle an Ergebnissen, die Hersteller und Designer gemeinsam in mehreren Loops in ein realisierbares Bauteildesign weiterentwickeln.

Ab diesem Zeitpunkt verlagert sich die Arbeit schwerpunktmäßig auf das Engineering. Nahezu parallel verläuft jetzt die Entwicklung des Bauteils in der Simulation, Konstruktion und Validierung. Zum Einsatz



Am Anfang steht das Design – Terminplan für die Bauteilkonzeption und -fertigung



Kiska-Design-Sketches – von Anfang an gefragt sind Anregungen, Wünsche und Visionen

Als Team realisierten KTM-Technologies, Kiska, H2K, Hennecke, Engel, Murtfeldt, Huntsmann, IFB und Persico das Projekt R.A.C.E. innerhalb von 28 Wochen – für alle Beteiligten ein Beweis, dass „begehrter“ Leichtbau im Einklang von Technologie, Engineering und Design und in Synergie mit guten Partnern möglich ist.

## KTM-TECHNOLOGIES

Zum Motorradhersteller KTM Gruppe gehörendes Dienstleistungsunternehmen mit Fokus auf:

- Konzeptentwicklung, insbesondere im Bereich der urbanen Mobilität auf zwei bis vier Rädern
- gesamte Prozesskette vom Design bis zur Fertigung
- Leichtbau-Know-how, Metalle, Kunststoffe und Composites
- Innovationen mit neuen Technologien

## KISKA GMBH

Designagentur mit Schwerpunkt auf Konzeption, Entwicklung und Stärkung von Marken. Unter Nutzung von I.D.D. (Integrated Design Development) arbeiten mehr als 200 Kreative aus 30 Nationen in den vier Kompetenzbereichen Marketing und Strategie, Produktdesign, Transportation Design sowie Communication Design disziplinübergreifend zusammen.



Bild: KTM/Hennecke

kommen dabei Werkzeuge wie Prozesssimulation zur Überprüfung des ausgewählten Angusskonzeptes oder Festigkeitssimulation und Modalanalysen. Selbst der Preformprozess wird durch eine Flecht-simulation zur Wandstärkenabschätzung nachgebildet. Die Ergebnisse fließen in die Werkzeugentwicklung ein und werden mit Versuchswerkzeugen validiert. Das Know-how der Spezialisten ist notwendig, um die im Design verborgenen Details erfolgreich umzusetzen.

Nutzt man alle gewonnenen Ergebnisse, führen Technologie und Design zum perfekten Auftritt.

Weitere Informationen:

**Hans Lochner,**

Leiter Technologieentwicklung  
und Prototypenbau,  
KTM-Technologies GmbH, Salzburg/Anif,  
Telefon +43 (0) 62 46 / 734 88-90 00,  
info@ktm-technologies.com,  
cavus@ktm-technologies.com,  
www.ktm-technologies.com/cavus,  
office@kiska.com



*Design und Funktionalität stehen im Zentrum der Aufmerksamkeit*

Bild: KTM/Hennecke

## Engineering Technology Corporation

Toray Group

### SMALL WINDER – BIG RESULTS

The Material Test Winder is a small, lightweight desktop winder designed around the requirements of lab and educational use.



## Verknüpfter Entwicklungsprozess für Metall-Faserverbund-Bauweisen

Das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik der Technischen Universität Dresden erarbeitet verknüpfte Produktionsentstehungsprozesse (PEP) für hybride Metall-Faserverbund-Bauweisen, um die Umsetzung innovativer Metall-Faserverbund-Bauweisen signifikant zu beschleunigen. Der verknüpfte PEP verbindet die Methoden der Einzeldisziplinen Konstruktion, Fertigung und Strukturauslegung zu einem vernetzten Entwicklungsprozess mit definierten Schnittstellen.

Faserverbundwerkstoffe gewinnen in verschiedenen Industriebereichen vor allem für hochbeanspruchte Leichtbaustrukturen zunehmend an Bedeutung. Die Kombination von Faserverbundkomponenten mit metallischen Bauelementen erlaubt zudem neue hybride Metall-Faserverbund-Bauweisen (MFB), die hinsichtlich Integrationsgrad, Bauraum und Masse gegenüber konventionellen Lösungen erhebliche Vorteile bieten. Damit lassen sich Massereduzierung und Leistungssteigerung bei gleichzeitiger Kostensenkung erreichen.

Allerdings ist die effiziente Umsetzung der MFB äußerst kompliziert, da die Vielzahl der einstellbaren Werkstoff-, Struktur- und Prozessparameter zu einem vielschichtigen und komplexen PEP führen. Grundlegende Herausforderung ist die deutlich stärkere Interaktion der Einzeldisziplinen Konstruktion, Fertigung und Strukturbewertung.

### Verbesserte Zusammenarbeit

Das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) besitzt langjährige Erfahrungen in der Entwicklung von Methoden für die Einzeldisziplinen Strukturbewertung, Fertigung und Konstruktion. Ein aktueller Schwerpunkt grundlagen- und anwendungsorientierter Forschungsarbeiten am ILK ist es, in Zusammenarbeit mit Partnern aus Forschung und Industrie innovative praxisingerechte Schnittstellen zur Verknüpfung der drei Disziplinen des PEP zu entwickeln.

### Strukturiertes Verstehen

Die neuartigen Schnittstellen sind dabei in ihrer Form sehr verschiedenartig. So handelt es sich bei der Verknüpfung von Konstruktion und Strukturbewertung etwa um

Gestaltungshinweise in Tabellenform oder um effizient handhabbare Simulationstools im Sinne einer „design integrated simulation“. Schnittstellen zwischen Fertigung und Strukturnachweis sind geprägt von numerischen Multiskalen-Modellen und komplexen Prozesskettenmodellen. Die Disziplinen Konstruktion und Fertigung sind über Schnittstellen verbunden, die aus einem Wechsel von Synthese- und Analyseschritten die effektive Generierung neuartiger Leichtbaulösungen erlauben.

Die praktische Erprobung der Schnittstellen erfolgt in enger Zusammenarbeit mit Unternehmen unterschiedlicher Branchen.

Weitere Informationen:

**Prof. Dr.-Ing. habil. Maik Gude**,  
Institut für Leichtbau und  
Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden,  
Telefon +49 (0) 351 / 463-381 53,  
maik.gude@tu-dresden.de,  
www.tu-dresden.de/mw/ilk



Grafik des Produktentwicklungsprozesses (PEP) – Wechselwirkungen von Konstruktion, Fertigung, Strukturbewertung und Werkstoff



Stilleben mit Lampe

## ORGANISCHE STRUKTUREN

Modern-natürliches Design kennzeichnet eine neue Produktlinie aus Carbonfäden

**Im Mikro- und Makrokosmos der Natur liegen viele Geheimnisse, die dem pfälzischen Hersteller fil de carbone als Inspirationsquelle dienen. Gleichzeitig ist auch der Name Programm, denn der französische Begriff „fil de carbone“ bedeutet übersetzt „Faden aus Carbon“. Ausgangspunkt eines Entwurfs ist immer der Werkstoff Carbon und zwar in Form des Rovings. Der Roving wird zur Struktur und entfaltet so neue Möglichkeiten. Erstes Produkt in dieser Reihe ist die Leuchte Sfera.**

Als moderne Variante einer Kugelleuchte zählt die Sfera-Pendelleuchte zu den Aufmerksamkeit erregenden Innenbeleuchtungen. Die organisch anmutende Struktur der Leuchte aus bizarr verlaufenden Carbon-Fäden wird ihrem Namen gerecht. In Kombination mit 36 LED-Lampen und einem Nennlichtstrom von 4.500 lm lässt sie einen eindrucksvollen, gewissermaßen „sphärischen“ Lichteffekt entstehen, der die Fantasie anregt. Jede einzelne Leuchte wird in Handarbeit aus Carbon-Rovings gefertigt und ist damit ein Unikat.

### Technische Details

Die Leuchte Sfera zeichnet sich aus durch Leichtigkeit, dank Carbonwerkstoff vom Kaiserslauterner Hersteller CirComp, und Energieeffizienz, dank LED-Technologie. Elektronischer Trafo und Dimmer sind nahezu unsichtbar innerhalb der Pendelleuchte in einem Carbonrohr verborgen. Der Trafo muss also nicht an der Decke

montiert werden, was zu einer optisch sehr ansprechenden Deckenbefestigung führt. Die Pendelleuchte lässt sich sowohl über den Dimmer der Fernsteuerung als auch über einen Taster oder Schalter ein- und ausschalten. Beim Ausschalten der Pendelleuchte wird die Dimmerposition gespeichert, sodass beim Einschalten der Leuchte die letzte Einstellung wieder aktiv ist. Eine Anpassung der Leuchtkraft erfolgt je nach Stimmung stufenlos über die optisch ansprechende und intuitiv einfach zu bedienende Dimmerfernsteuerung.

Dank Carbon wird die Pendelleuchte aktuell in einem Durchmesser von einem Meter hergestellt und eignet sich somit besonders für Foyer oder Lobby.

Weitere Informationen:

**Simon Burkhart,**  
fil de carbone, Kaiserslautern,  
Telefon +49 (0) 63 01 / 71 52-180,  
burkhart@circomp.de,  
www.fil-de-carbone.com



fil de carbone-Pendelleuchten im Foyer

**JECworld**  
International Composites Event  
Paris, March 14-15-16-2017

Halle 6  
M85

# SITZKOMFORT NEU GEDACHT

## Multi-Material-Design für physiologisch optimierten Leichtbaufahrzeugsitz

**Ziel der Forschungsaktivitäten im Teilprojekt C5 „MERGE technologies for physiologically compatible textile/plastic components using anisotropic effects“ ist die Entwicklung eines innovativen Fahrzeugsitzes im Multi-Material-Design als Leichtbaukonstruktion, die in Großserie herstellbar ist. Die Arbeiten werden im Rahmen des DFG geförderten Bundesexzellenzclusters MERGE „Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen“ an der TU Chemnitz absolviert.**

Etablierte Sitzstrukturen bestehen aus einer Stahlrahmenkonstruktion, auf der Sitzpolster und -lehne befestigt sind, die aus unterschiedlich harten Schaumstoffen bestehen. Stahl-Profileschienen bilden die Schnittstelle zum Fahrzeug. Unterschiedlichste Stoff- und Lederbezüge verkleiden die in manuellen, teilautomatisierten Prozessen hergestellten Konstruktionen.

### Neuer Konstruktions- und Materialaufbau

Mit der Sandwichbauweise sollen deutliche Gewichtseinsparungen für die Leichtbau-Sitzstruktur erreicht werden. Organobleche besitzen hohe spezifische mechanische Eigenschaften und sind im Pressenprozess in großer Produktivität herstellbar. Sie werden daher als Doppelschalenmaterial verwendet. Polyurethan-Weichschaumstoffe eignen sich durch ihre zelluläre Struktur hervorragend als Sandwichkernmaterial, das Masse reduziert und hervorragende stoßdämpfende Eigenschaften besitzt. Zur Erhöhung der mechanischen Eigenschaften und Umsetzung einer gleichmäßigen Kraftübertragung zwischen den Schalen wird der Schaumstoffkern für die innovative Sitzstruktur mit Polyester-3D-Gewirken verstärkt. Diese besitzen mit Faservolumengehalten von unter 5 Prozent einen hohen Leichtbaugrad. Zusätzlich werden die 3D-Gewirke in der Mensch/Maschine-Schnittstelle als Komfortkomponente angewendet, da sie hervorragende klimaphysiologische Eigenschaften besitzen.

### Ein Konzept, große Gestaltungsfreiheit

Die hohen Umformgrade der Organobleche, die große Fließfähigkeit der PUR-Schaumstoffe und die hervorragende Drapierbarkeit der 3D-Gewirke erlauben beliebige Bauteilgeometrien. Alle verwen-

deten Materialien sind mikrostrukturell anpassbar, wodurch die Sitzstruktur anforderungsgerecht auslegbar ist. Technisch-technologisch wurde das Konzept anhand eines Federdemonstrators angewendet, der die Grundlage für die Sitzentwicklung darstellt (Abb. 1).

Die Sitzschalenkontur wurde physiologisch optimiert und an einem einschaligen Prototyp aus duroplastischem glasfaserverstärktem Faserkunststoffverbund (GFK) verwirklicht. Ein Adapter, der im 3D-Druck hergestellt wurde, erlaubt die Montage dieses Sitzes in einem VW Up (Abb. 2).

Für den doppelschaligen Fahrzeugsitz wurde die Innenschale bereits im Pressenprozess aus Organoblech gefertigt. Zusammen mit der Außenschale bildet sie in weiterführenden Arbeiten die Kavität zur Herstellung des 3D-Gewirke-verstärkten PUR-Schaumstoffkerns. Im Reaction Injection Moulding werden dabei die beiden Schalen gefügt und ein weiteres 3D-Gewirke als Komfortkomponente auf der Innenschale angebunden. Für den innovativen Sitz wurde ein Gewicht von 8,0 kg kalkuliert, was eine Einsparung von 53 Prozent im Vergleich zum etablierten Sitz des VW Up darstellt.

Weitere Informationen:

**Prof. Dr.-Ing. habil. Daisy Nestler, M.Sc. Song Ren, Dipl.-Ing. Kay Schäfer,** Stiftungsprofessur Textile Kunststoffverbunde, Institut für Strukturleichtbau, Technische Universität Chemnitz, Telefon +49 (0) 371 / 531-365 46, daisy.nestler@mb.tu-chemnitz.de, www.leichtbau.tu-chemnitz.de/tkv, www.tu-chemnitz.de/MERGE

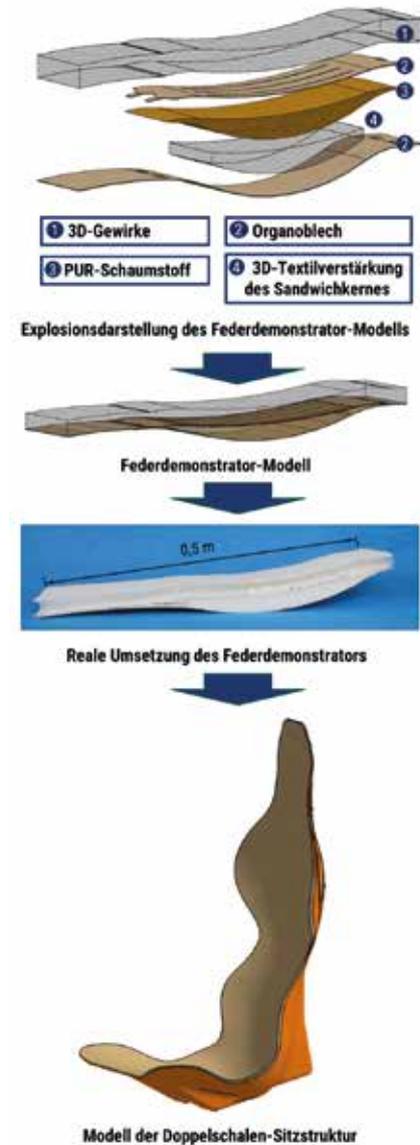


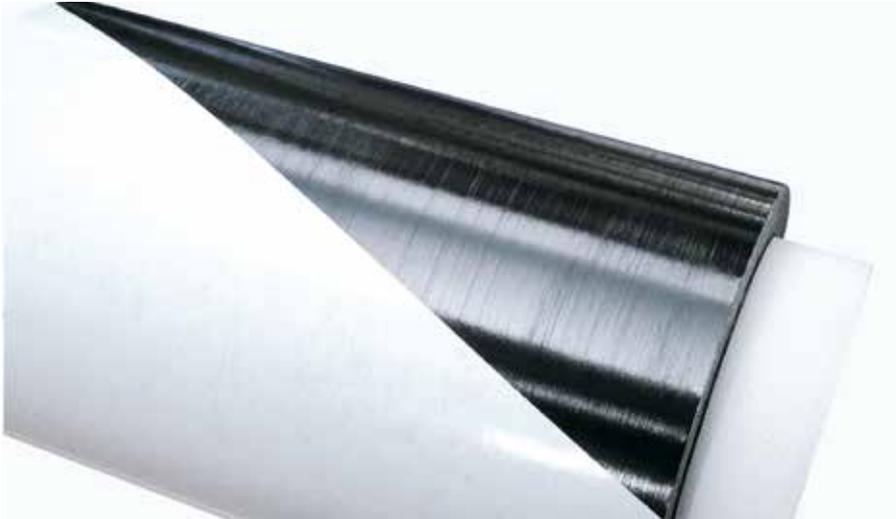
Abb. 1: MMD-Federdemonstrator zur Material- und Technologieentwicklung



Abb. 2: Einschalige Sitzstruktur für das „50. Percentil Frau“, eingebaut im VW Up

## Materialbaukasten Faserverstärkte Duromere für Großserienanwendungen

Die schwäbische SGL Group stellt einen neu entwickelten Materialbaukasten mit mehreren vorimprägnierten Halbzeugen vor. Dank des additiven Baukasten-Prinzips muss das Matrixsystem nur einmal qualifiziert werden, anwenden oder ausprobieren kann man dann aber alle unterschiedlichen Halbzeuge im aufeinander abgestimmten System.



Unidirektionales Carbon-Prepreg, basierend auf dem Epoxidharzsystem E420



TowPreg-Stack, basierend auf Sigrafil®  
50k-Carbonfaser (0°/90°/±45 Grad)

„Die verschiedenen Materialien in unserem neuen Materialbaukasten lassen sich flexibel kombinieren und verarbeiten und bieten dabei maximale Designfreiheit für den Anwender“, beschreibt SGL-Abteilungsleiter Stefan Geh die Vorteile des neu vorgestellten Materialbaukastens. „Gleichzeitig lässt sich die Komplexität in der Qualifikation und Produktion von Bauteilen reduzieren. Denn durch ein einheitliches Harzsystem wird ein hohes Maß an Standardisierung erreicht und eine hervorragende Kompatibilität der verschiedenen Halbzeuge sichergestellt.“

### Flexibles Materialkonzept

Die Rede ist von einem kompletten Materialbaukasten, den die SGL Group im Bereich der faserverstärkten Duromere konzipierte. Er besteht aus vorimprägnierten Halbzeugen und basiert auf einem unternehmensintern entwickelten, schnell härtenden Epoxidharz. Dieses Harzsystem E420 vereint besonders kurze Aushärtezeiten ( $\leq 3$  Minuten bei  $\geq 150$  Grad Celsius), gute Lagerstabilität (vier Wochen bei Raumtemperatur) und eine für die automatisierte Verarbeitung optimierte Klebrigkeit der vorimprägnierten Halbzeuge. Die hohe Glasübergangstem-

peratur von 140–150 Grad Celsius ermöglicht zudem eine Entformung des Bauteils bei hohen Temperaturen. Die Materialien sind sowohl auf Basis der Sigrafil® Carbonfasern als auch als glasfaserverstärkte Halbzeuge verfügbar.

Hintergrund ist, dass der Anwender im Falle des Einsatzes des neuen SGL-Baukastens den aufwändigen Qualifikationsprozess für das Matrixsystem (z. B. Klebverträglichkeit oder KTL-Tauglichkeit) nur einmal durchlaufen muss und dennoch auf verschiedensten Halbzeugen zurückgreifen kann.

### Handlungsfreiheit

Neue Leichtbau-Designkonzepte können so die individuellen Vorteile einzelner Halbzeuge nutzen, etwa unidirektionale Materialien in Kombination mit isotropen Werkstoffen. Das hilft, die Anforderungen einer kosteneffizienten, nachhaltigen Großserienfertigung von CFK-Komponenten etwa in der Automobilindustrie zu erfüllen.

Das entspricht dem Selbstverständnis von SGL als ganzheitlichem Lösungsanbieter im Bereich der Faserverbundwerkstoffe. Ziel

ist, durch ein umfassendes Verständnis der kompletten Prozesskette von der Faser über die faserverstärkten Halbzeuge bis hin zu thermoplastischen oder duromeren Leichtbaustrukturen Kunden auf dem Weg zu individuellen, innovativen und gleichzeitig kosteneffizienten Lösungen zu unterstützen.

Weitere Informationen:

**Stefan Geh,**

Head of Product Groups Composites –  
Fibers & Materials,  
SGL Technologies GmbH, Meitingen,  
Telefon +49 (0) 82 71 / 83-13 58,  
Stefan.Geh@sglgroup.com,  
www.sglgroup.com



Halle 6  
D25

## Designvielfalt mit Polypropylen-Wabenkernen

**Kontinuierlicher Produktionsprozess, weniger Produktionskosten, Materialeinsatz und Energie sowie positive Effekte auf die Umweltbilanz – gern weist der sachsen-anhaltische Hersteller ThermHex auf die Vorteile seiner Polypropylen-Wabenkerne hin. Einsatz finden sie vor allem in Bereichen, in denen mechanische Belastbarkeit und flexible Verarbeitungsmöglichkeiten von zentraler Bedeutung sind, etwa im Fahrzeug-, Boots- und Schiffsbau.**

Gerade ihre flexiblen Verarbeitungsmöglichkeiten machen die Wabenkerne im Hinblick auf Design so attraktiv. Wenn man sie thermoplastisch verformt, sind der Kreativität kaum Grenzen gesetzt. Ob runde, eckige oder Freiform-Gebilde – mit Erhitzen und Vakuumpresstechnik kann der ursprüngliche Wabenkern in alle erdenklichen Formen gebracht werden.

### Beispiel Lufteinlässe

Diese Verarbeitung kann automatisiert oder manuell erfolgen. So wird beispielsweise das sogenannte Vakuumsackverfahren eingesetzt, um Lufteinlässe herzustellen. Dazu wird der Wabenzuschnitt zunächst auf das entsprechende Werkzeug gelegt und im Ofen für etwa zehn Minuten auf eine Temperatur von 150 Grad Celsius erhitzt. Die Hitze erweicht das Kernmaterial und bereitet es auf die anschließende Verformung mithilfe eines Vakuums vor. Um die erzwungene Geometrieänderung des Kernmaterials dauerhaft zu erhalten, muss der gesamte Aufbau abkühlen. Anschließend wird das fertige Produkt in einem mehrstufigen Prozess laminiert.

### Zeigen, was geht

Die verschiedenen Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren präsentiert ThermHex auch 2017 wieder in einem gemeinsamen Workshop mit dem Kunststoffzentrum Halle.

Als Sponsor hat ThermHex zudem Ende letzten Jahres das internationale Symposium „Composites in Architecture / Faserverbunde in der Architektur“ unterstützt. Die jährlich an zwei Tagen im Dezember stattfindende Tagung beschäftigte sich 2016 mit der Faszination für Faserverbundwerkstoffe im Gebäudedesign.



*Verformung eines ThermHex-Wabenkerns mittels Vakuumsackverfahren*



*Auf ThermHex-Wabenkern geformter Lufteinlass*

Diesen Sommer richtet ThermHex seine „Innovation Summer School“ aus, die sich ganz dem Design von innovativen Produkten aus Leichtbaumaterial mit Wabenkern widmet. Unter dem Motto „Im Geist 21“ können designschaffende Studierende ihrer Kreativität freien Lauf lassen und ihre Ideen direkt umsetzen. Mit der Ausrichtung der „Innovation Summer School“ unterstreicht ThermHex seine Bestrebungen, mit den kontinuierlich hergestellten Wabenkernen nicht nur

besonders leichte Sandwichbauteile herzustellen, sondern auch in puncto Design eine Vorreiterrolle anzunehmen.

Weitere Informationen:

**Jana Heinrich,**

Internal Sales & Customer Service Manager,  
ThermHex Waben GmbH, Halle,  
Telefon +49 (0) 345 / 13 16 27-10,  
jana.heinrich@thermhhex.com,  
www.thermhhex.com

---

# AUSLEGUNG & CHARAKTERISIERUNG

---



# HEUTE ZUKUNFT GRÜNDEN

## Neue Werkstoffe und Geschäftsfelder sichern Kerngeschäft und Wachstum

Die hessische Schunk Group zählt zu den großen Anbietern von Produkten aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen und Keramiken. In einem Interview blicken der Leiter der Abteilung Composites, Dr. Roland Weiß, und der Leiter der neu geschaffenen Geschäftseinheit „Advanced Solutions“, Dr. Hartmut Groß, zurück auf 40 Jahre Composite-Werkstoffe in ihrem Unternehmen und entwickeln daraus Szenarien für die Zukunft.

**? Dr. Weiß, wann waren Verbundwerkstoffe erstmals Thema bei Schunk?**

! Schunk ist seit Gründung des Unternehmens vor über 100 Jahren im Bereich Kohlenstoff- und Graphitprodukte tätig. Um die neu aufkommenden Werkstoffe der kohlenstofffaserverstärkten Kohlenstoffe (CFC) in das Produktportfolio einzubinden, begann das Unternehmen schon in den 1970er-Jahren mit Entwicklungen an diesem Material. Für erste Produkte nutzte man den Heißpressprozess mit Pechprecursoren, weil die Prozesse und Rohstoffe aus der Graphitherstellung bekannt waren. Sehr früh hat man verstanden, CFCs durch Metallinfiltrationen, etwa mit Silizium oder Kupfer, für Reibanwendungen weiter zu veredeln.

**? Wann zeigte sich das große Marktpotenzial von Verbundwerkstoffen?**

! Das war firmenintern von Anfang an klar, nur musste der Markt für die Technologien reif werden. Bereits 1985 wurde die unter-

nehmerische Entscheidung zur Investition getroffen und eine erste Produktionslinie aus Wickelmaschine, Autoklav und Warmpresse aufgebaut. Daher konnten wir früh Produkte in großen Stückzahlen wirtschaftlich und in hoher Qualität herstellen.

So öffneten sich bald neue Anwendungsfelder mit den Werkstoffen, die unseren Kunden einen wirtschaftlichen Vorteil boten – Stichwort: Innovationsvorteil. Beispielsweise hat Schunk als erster am Markt Pumpenbauteile aus unidirektional verstärkten CF-PEEK-Werkstoffen gefertigt, die eine sehr hohe Standzeit aufweisen.

Der nachhaltige Erfolg im Bereich Composites hat uns Recht gegeben, es war eine wegweisende Entscheidung, rechtzeitig in diesen Bereich zu investieren.

**? Wie ist der Stand heute?**

! CFC-Produkte machen heute bei einem vielfältigen Produktportfolio einen beträchtlichen Teil der Business Unit Hochtempera-

turanwendungen aus mit einem Jahresumsatz im zweistelligen Millionen-Bereich. Bei CVD Schichten hat sich Schunk ebenfalls einen Namen gemacht und wir können nicht ganz ohne Stolz behaupten, in Bezug auf SiC Beschichtungen von Graphitbauteilen weltweit eine der größten Kapazitäten vorweisen zu können.

**? Dr. Groß, was hat Schunk technologisch zu bieten?**

! Zu viel, um alle Produkte und Anwendungsmöglichkeiten hier einzeln zu nennen. Eine Technologie-Landkarte, die wir intern als „ToolBox“ bezeichnen, zeigt die vier Kernkompetenzen Werkstoffe, Technologien zur Anpassung der intrinsischen Eigenschaften, zur flexiblen Formgebung und Oberflächenmodifikation.

**? Wo sehen Sie Entwicklungsmöglichkeiten und Potenziale der keramischen Verbundwerkstoffe?**



Die „ToolBox“ zeigt die Kernkompetenzen der Schunk Carbon Technology im Überblick, die zur Herstellung der jeweiligen Produkte eingesetzt werden.

! Schon vor einigen Jahren haben wir begonnen, uns mit keramischen Verbundwerkstoffen basierend auf oxydischen Fasern und Fasern aus SiC zu beschäftigen und sind auch an wegweisenden Projekten als Technologiepartner beteiligt.

Diese neuen Werkstoffe erweitern unser Produktportfolio sinnvoll, da wir damit auch Hochtemperatur-Leichtbaulösungen anbieten können, die wir mit bisherigen Produkten nicht immer erschließen können. Das sind zum Beispiel Produkte für Anwendungen in sauerstoff- oder wasserstoffhaltigen Atmosphären bei Temperaturen von über 1000 Grad Celsius, bei denen die meisten Metalle selbst mit Schutzschicht nicht mehr einsatzfähig sind. Hier sind die neuen Werkstoffe sehr stabil und können ihre

Stärken – die hohe Festigkeit bei gleichzeitig schadenstolerantem Bruchverhalten, Thermoschockbeständigkeit und Korrosionsbeständigkeit bei gleichzeitig geringer Dichte – als Leichtbauteile voll ausspielen.

Neben dem Aufbau eines eigenen umfassenden Werkstoff- und Prozessverständnisses können wir auch auf ein breites nationales und internationales Netzwerk aus Forschungs- und Institutspartnern zurückgreifen. Nicht zuletzt hilft uns die aktive Arbeit im Rahmen der CCeV-Abteilung Ceramic Composites sehr.

*? Wie stellt sich Schunk auf den Technologiewandel ein?*

! Schunk Carbon Technology trägt dem Innovationsbedarf auch organisatorisch

Rechnung und hat die Geschäftseinheit „Advanced Solutions“ ins Leben gerufen. Wir haben die Aufgabe, Innovationsprojekte konkret zu fördern und neue Technologien aktiv in die Märkte zu bringen. Daraus baut „Advanced Solutions“ neue Geschäftsfelder in Industrien und Kundenkreisen auf, in denen wir für unsere Werkstoffe großes Potenzial sehen. Dazu gehören u.a. die chemische Industrie, Luftfahrt, aber auch Energiespeichersysteme.

Weitere Informationen:

**Dr. Hartmut Groß,**  
Schunk Group, Heuchelheim,  
Telefon +49 (0) 641 / 608 12 73,  
hartmut.gross@schunk-group.com,  
www.schunk-carbontechnology.com

## GUT AUFGELEGT

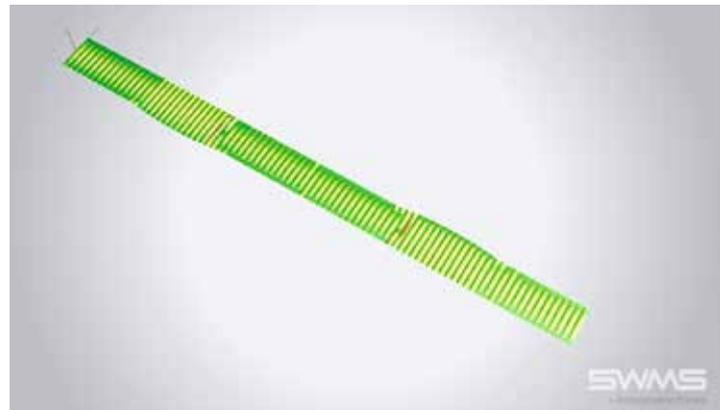
### Simulationslösung für umformoptimiertes Preform-Design im Automated-Fiber-Placement-Prozess

**Für eine effiziente CFK-Fertigung etablieren sich die getrennten Prozessschritte 2D-Laminaterstellung mit anschließender Umformung. Eine Erweiterung dieses Verfahrens auf komplexe CFK-Bauteile ermöglicht das neue Modul der Caesa® Composites-TapeStation.**

Das Caesa®-Modul berechnet eine umformoptimierte Werkzeugfläche. Als Basis dafür dienen die Bauteilprofile und die Bauteilverläufe. Zusätzlich werden alle Restriktionen der AFP-Anlage beachtet. So können Verwerfungen aufgrund von überschüssigem Material vermieden werden.

#### Ökonomie im Detail

Die Darstellung der Beispielbauteile zeigt die Materialbevorratung durch die eingebrachte Wellengeometrie. Zusätzlich erfolgt die Bahnberechnung angepasst auf die Werkzeugfläche, wodurch sowohl Faserführung als auch das Gap-Management vereinfacht werden. Wird das Modul in die Caesa® Composites-TapeStation integriert, erweitert die optimierte Laminatgenerierung den Funktionsumfang im Bereich Manufacturing Engineering erheblich. Bestehendes Fertigungs-Know-how wird systematisch zur Qualitätssteigerung in der Composite-Bauteilfertigung erfasst und optimiert.



Erzeugte 2,5-D-Werkzeugfläche in der Software

Die Software Caesa® Composites-TapeStation und insbesondere das neue Berechnungsmodul für ein umformoptimiertes Preform-Design zeigt SWMS auf der JEC World 2017 in Paris.

Weitere Informationen:

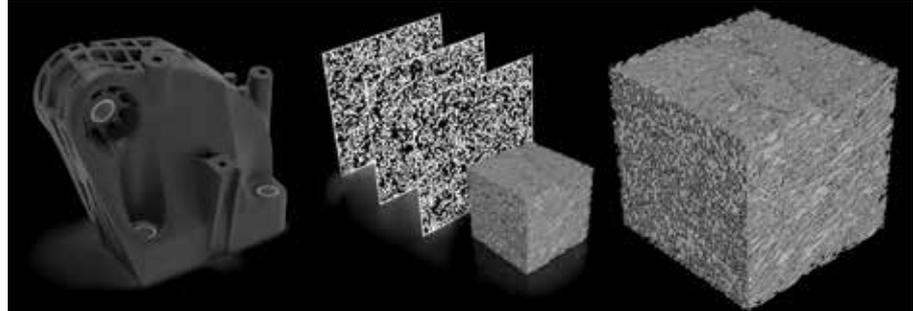
**Dipl.-Ing. Lars Windels,**  
Geschäftsführer SWMS Systemtechnik  
Ingenieurgesellschaft mbH, Oldenburg,  
Telefon +49 (0) 441 / 96 02 10,  
windels@swms.de,  
www.swms.de



## Vorhersage makroskopischer Materialeigenschaften auf Basis mikromechanischer Simulationen

**Die ausgeprägte Anisotropie faserverstärkter Kunststoffe bedeutet einen deutlichen Mehraufwand bei der Materialcharakterisierung. Abhilfe schafft das „digitale Materiallabor“ GeoDict. Es bestimmt schnell und einfach die makroskopischen Materialeigenschaften durch die Berechnung mikromechanischer Strukturen.**

Die Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften von faserverstärkten Kunststoffen ist aufgrund der Richtungsabhängigkeit und der Vielzahl an Versagensmechanismen zeitlich und finanziell sehr aufwändig. Zum Beispiel weisen kurzfaserverstärkte Thermoplaste wegen lokal unterschiedlicher Fließgeschwindigkeiten während des Spritzgussprozesses auch lokal unterschiedliche Faserorientierungen auf. Diese führen wiederum zu einem stark anisotropen Materialverhalten. Die wissenschaftliche Simulationssoftware GeoDict bietet verschiedene Module zur Analyse und Berechnung von faserverstärkten Kunststoffen.



*Motorträger aus PA66GF50 und Rekonstruktion der CT-Schnittbilder zu einem Volumenobjekt*

trastes zwischen Matrix- und Fasermaterial erfolgt die Segmentierung der unterschiedlichen Phasen.

tiert werden können. Das ermöglicht die Bestimmung der Werkstoffkennwerte auch im nichtlinearen Bereich.

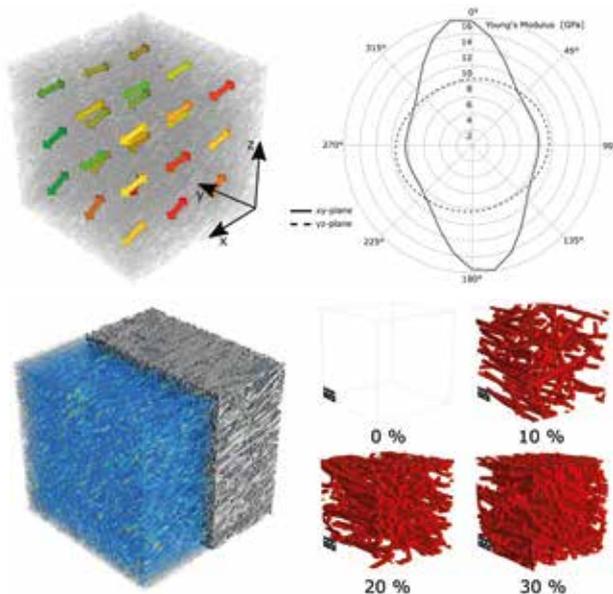
### Berechnung realer Strukturen

Mithilfe der Computer-Tomographie wird zum Beispiel ein Teil eines Motorträgers aus PA66GF50 gescannt und die Einzelbilder in GeoDict zu einem Volumenobjekt rekonstruiert. Anschließend erfolgt die Analyse der Mikrostruktur: Bestimmung des mittleren Faserdurchmessers und Berechnung der lokalen Faserorientierung. Anhand des Kon-

Nach Definition der Materialeigenschaften jeder Phase können auf dem voxelbasierten mikromechanischen Berechnungsmodell die richtungsabhängigen Steifigkeiten ermittelt werden. Die softwareinterne Materialdatenbank enthält verschiedene Materialkennwerte und -modelle zur Berechnung der makroskopischen Materialeigenschaften. Außerdem bietet GeoDict eine Schnittstelle für benutzerdefinierte Materialmodelle, wodurch etwa Schädigungsmodelle implemen-

### Berechnung simulierter Strukturen

Liegt keine reale gescannte Probe vor, bietet GeoDict die Möglichkeit der digitalen Strukturmodellierung. Für spätere Analysen können beliebige faserverstärkte Strukturen definierter Orientierung und Faservolumenanteile generiert werden. Damit können Materialeigenschaften vor der zeit- und kostenintensiven Herstellung eines Prototyps berechnet und verschiedenste Materialstudien durchgeführt werden. Es ist sogar möglich, Poren bzw. Fehlstellen digital zu modellieren, um deren Einfluss zu quantifizieren. Der Umfang und die einfache Handhabung von GeoDict machen die Software zu einem praxistauglichen Tool zur Berechnung von Verbundwerkstoffen in den verschiedensten Anwendungsbereichen.



*Faserorientierungsanalyse und berechnete Steifigkeiten im Polardiagramm (o.); Von-Mises-Dehnung in der Mikrostruktur und generierte Strukturen unterschiedlicher Faservolumenanteile (u.)*

Weitere Informationen:

**Constantin Bauer,**

Math2Market GmbH, Kaiserslautern,

Telefon +49 (0) 631 / 20 56 05 28,

constantin.bauer@math2market.de,

www.geodict.com



# PATCH, PATCH, PATCH

## Neue Engineering Software für vollautomatisierte Fiber Patch Placement Technologie

**Das Potenzial von innovativen Faserverbundtechnologien lässt sich nur durch eine ausgereifte Engineering Software voll ausschöpfen. Der Technologie-Dienstleister Cevotec erweitert den Prozess der Produktentwicklung für die Fiber Patch Placement Technologie mit seiner speziell hierfür entwickelten CAD-CAM Software Artist Studio.**

Ob innovative Faserverbundtechnologien sich am Markt etablieren oder nicht, hängt außer von den Kosten vor allem von zwei Fragen ab: Kann der Herstellungsprozess automatisiert werden? Und: Existiert eine technologiespezifische Software für die virtuelle Produktentwicklung, die auch komplexen Geometrien gerecht wird?

### Neu am Markt

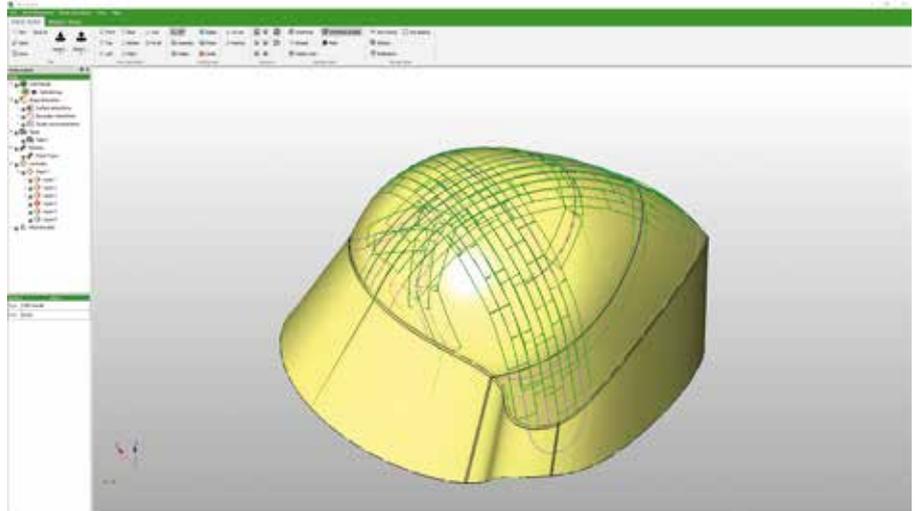
Diese beiden Fragen beantwortet jetzt die Münchner Firma Cevotec mit der Fiber Patch Placement (FPP) Faserverbundtechnologie.

Auf der führenden Fachmesse für Verbundwerkstoffe JEC World 2017 in Paris stellt Cevotec sowohl die gemeinsam mit der Firma Baumann Automation entwickelte Produktionsanlage „Samba“, als auch die eigenentwickelte CAD-CAM Software „Artist Studio“ vor. Damit steht nun ein ausgereifter, für den industriellen Einsatz konzipierter Verbund aus Hardware und Software zur automatisierten Fertigung von komplex geformten Preform-Halbzeugen sowie für komplexe Verstärkungen zur Verfügung.

### Durchgängiger Prozess

Die CAD-CAM Software Artist Studio vereint mit Patch Artist und Motion Artist zwei aufeinander abgestimmte Module entlang der virtuellen Produktentwicklung: Mit Patch Artist lassen sich patchbasierte Hochleistungslamine mit variabler Faserorientierung und variabler Bauteilwandstärke erstellen. Die integrierte Überlappungsoptimierung entlang von richtungsvariablen Lastpfaden sorgt für eine entscheidende Verbesserung der Laminatqualität.

Das virtuell erstellte Laminat nutzt Motion Artist, um die Roboter automatisch offline zu programmieren, inklusive Kollisionsprüfung. Die so entstehenden Pro-



*Patch Artist: optimaler Lagenaufbau der Laminate*



*Patch Artist: Offline Programmierung der Preforming Roboter*

duktionsdaten werden an die Produktionsanlage Samba übermittelt, die damit die vollautomatisierte Produktion der Preforms übernimmt.

Der Einsatz von Artist Studio verkürzt deutlich die Produktionsvorbereitung und ermöglicht es, bei Änderungen im Laminat schnell neue Produktionsdaten zu erstellen. Weitere Funktionalitäten und Module zur Simulation und Optimierung von FPP Laminaten hat Cevotec bereits angekündigt.

Weitere Informationen:  
**Dr.-Ing. Neven Majic**,  
Vice President Software Technology,  
Cevotec GmbH, Taufkirchen,  
Telefon +49 (0) 89 / 23 14-16 531,  
neven.majic@cevotec.com,  
www.cevotec.com



## Industrielle Herstellung von Carbon-Krempel-Vliesstoffen aus Recyclingfasern

**Carbon ist ein vergleichsweise teurer Wertstoff, den niemand verschwenden will. Für das Recycling stehen mehrere Verfahren wie mechanische Aufbereitungen, Solvolyse im Labor- sowie Pyrolyse in industriellem Maßstab zur Verfügung. Die Möglichkeiten zur wirtschaftlichen Weiterverarbeitung erweitert der oberfränkische Nonwovens-Hersteller Tenowo nun um ein Krempelvlies aus recycelten CF-Stapelfasern.**

Seit Jahren stehen Recycling und die sinnvolle Wiederverwendung rezyklierter Carbonfasern im Fokus von Forschung und Entwicklung. Sie können als Mahlgut und Vliesstoff, Kurzfasern auch zu einem Papier oder Nassvlies weiterverarbeitet werden. Stapelfasern von 40 – 80 Millimeter kann die Tenowo GmbH mittels des Krempelverfahrens zu einem Vlies zu bilden.

### Sortenreines Ausgangsmaterial

Bei der Vliesstoffherstellung achtet das Unternehmen darauf, dass sortenreine Fasern verarbeitet werden. Ein wichtiger Punkt dabei ist die Schlichte (z.B. Epoxid-, PU- oder thermoplastische Schlichte), damit der Vliesstoff mit einer entsprechenden Matrix beim Kunden verarbeitet werden kann.

Beim Krempelverfahren wirken mechanische Kräfte auf die Faser. Aus diesem Grund wurde das Verfahren für Carbonfasern bei Tenowo erst im Labormaßstab getestet. Erst als ausreichend Erkenntnisse zum Bearbeitungsverhalten vorlagen, wurde es im Jahr 2015 in eine industrielle Linie umgesetzt.

### Solide Umsetzung

Bei der Carbon-Vliesstoff-Linie wird mit einer Produktbreite von bis zu 155 cm produziert und es können Flächengewichte von 100 – 350 g/m<sup>2</sup> erzielt werden. Dabei ist es möglich, neben reinen Carbonfasern auch Mischungen mit Thermoplastfasern (z.B. PP oder PA6) zu verwenden. Neben solchen Faservarianten bestehen auch die Optionen, den Nähfadentyp (derzeitig PET) zu wechseln, sowie Stichlänge oder Bindung zu verändern. Zudem können leichte Trägerstrukturen an Ober- und/oder Unterseite aufgebracht werden.



*Fasern (o.), Vliesstoffe aus Rovingresten, Gelegeresten und Mischung PA-rCF (u., v.r.n.l)*

Als Verfestigungsart hat die Tenowo mit dem STFI, Chemnitz, das Maliwattverfahren erforscht und inzwischen erfolgreich in die Carbon-Linie integriert. Argumente dafür sind, dass das Vermaschen mit einem Nähfaden im Bereich der Multiaxiallegemaschinen bereits bekannt ist, dass sowohl Drapierbarkeit als auch Handling verbessert und die Höchstzugkräfte im Textil gesteigert werden. Zudem ergibt sich bei Tränkverfahren durch die „Nähnaedel-Kanäle“ ein besseres Harzeindringvermögen.

### Beständige Weiterentwicklung

Schon heute ist die Carbon-Verfestigung mittels Vernadlung oder Thermofixierung im Labormaßstab möglich. Aktuell projiziert Tenowo die Integration dieser Verfestigungsverfahren in die vorhandene Linie. Zudem beteiligt sich das Unternehmen bei diversen Carbon-Projekten mit Forschungsinstituten, um weiterhin auf dem neuesten Stand beim Thema rCF-Vliesstoffe zu sein. Erste Kleinproduktionen wurden bereits an einer Laboranlage mit 75 Zentimeter Produktionsbreite erstellt. Diese Anlage wird nun für Faserqualifizierungen und zum Testen weiterer Technologien wie Vernadeln

oder Thermofixieren genutzt.

Potenzielle Einsatzgebiete für rCF-Vliesstoffe sind zum Beispiel Faserverstärkung für niedrig belastete Bauteile, Heiz- und Abschirmungsmaterial. Besonders Mischfaser-Vliesstoffe können in gepresster Form als Organobleche oder -folien genutzt werden.

Im Kreislaufgeschäft hilft Tenowo seinen Kunden Ressourcen zu sparen, indem anfallende „Carbon- Abfälle“ wieder gezielt als rCF-Vliesstoffe in die Kundenproduktion einfließen. Nun steht die weiterverarbeitende Industrie in der Pflicht, auch den Wiedereinsatz der entwickelten Produkte aus Carbonfaser-Resten voranzutreiben.

Weitere Informationen:

**Cordula Cleff,**

Tenowo GmbH, Hof,  
Telefon +49 (0) 92 81 / 49-173,  
+49 (0) 175 / 274 62 09,  
cordula.cleff@tenowo.com,  
www.tenowo.com



## Entwicklung eines leichten und robusten CFK-TP E-Getriebegehäuses

Für ein zweistufiges Getriebe, wie es in elektrischen Antrieben üblich ist, entwickelte die in München ansässige ARRK Engineering ein Gehäuse aus faserverstärktem Thermoplast. Ein Prototyp der ersten Gehäusehälfte liegt vor, das passende Gegenstück wurde zur besseren Veranschaulichung durchsichtig umgesetzt. Die Fachöffentlichkeit sah das fertige Bauteil erstmals im Rahmen der Composite Europe im Dezember 2016.



Demonstrator-Prototyp mit CFK-Getriebegehäuseschale



Das kleine Carbonschwarze für den täglichen Gebrauch

Für eine hohe Reichweite sollten elektrisch angetriebene Fahrzeuge möglichst leicht sein. Das gilt neben allen üblichen Ansprüchen daran auch für Komponenten aus ihrem Antrieb.

### CFK bietet sich an

Kohlenstofffaserverstärkte Thermoplaste stellen dabei bezüglich ihrer mechanischen Eigenschaften, in Kombination mit den etablierten Möglichkeiten der Fertigung, eine sehr interessante Werkstoffwahl dar. Der anspruchsvollste Aspekt an diese Werkstoffkombination in einem Getriebegehäuse ist die Einhaltung der geforderten Steifigkeiten auch bei Betriebstemperaturen von über 100 Grad Celsius. Diese haben einen erheblichen Einfluss auf Lebensdauer und Akustik des Getriebes und bestimmen daher maßgeblich die geometrische Gestaltung.

Nun hat ARRK Engineering zusammen mit Konzernschwestern auf Basis eines konventionellen E-Getriebes mit Aluminiumgehäuse ein Gehäuse aus faserverstärktem Thermoplast entwickelt. Die erste Gehäusehälfte wurde bereits prototypisch umgesetzt.

### Verfahrensvielfalt

Um allen Anforderungen an das Getriebegehäuse gerecht zu werden, sieht der grundsätzliche Ansatz ein Organoblech (CF-Thermoplast) vor, das mit einem kurzfaserverstärkten Kunststoff umspritzt wird. Die Verwendung von Aluminium-Inserts, welche die in die Lager eingeleiteten Lasten auf das Organoblech übertragen können, ermöglicht deutlich weniger Wellenverkipfung. Die Steifigkeitsziele werden mit zusätzlichen Spritzgussrippen und UD-Tapes erreicht.

In der Entwicklungsphase wurden mithilfe von Finite Elemente-(FE-)Analysen unterschiedliche Konzepte untersucht und deren Machbarkeit bewertet. Zudem halfen Press- und Spritzgussimulationen dabei, die Fertigbarkeit der Konzepte zu bewerten und zu optimieren, Topologieoptimierungen ermittelten die Kraftverläufe im Gehäuse unter Berücksichtigung von Zug- und Druckbereichen. Der daraus abgeleitete konstruktive Entwurf diente als geometrischer Startpunkt für die Lagenoptimierung des Organosheet, die Optimierung der UD-Tapes und der Spritzgussrippen.

### Spezialisierte Herstellung

Die eng in die Entwicklung eingebundene Werkzeugfertigung stellte die Herstellbarkeit sicher. Aktuell entstehen die Prototypen einer Gehäusehälfte in einem zweistufigen Prozess. In der ersten Phase werden das Organoblech und die verstärkenden UD-Tapes erwärmt und anschließend in einem Pressverfahren umgeformt. Dann entsteht durch Wasserstrahlschneiden die Preformkontur. In der zweiten Phase wird die Preform erneut erwärmt, in das Spritzgusswerkzeug eingelegt und umspritzt, um die Rippen, weitere Funktionsflächen und damit die finale Geometrie zu erzeugen.

Weitere Informationen:

**Monika Kreutzmann,**  
Advisor Technology & Innovation,  
Head of Center of Competence Composite,  
ARRK Engineering GmbH, München,  
Telefon +49 (0) 89 / 318 57-286,  
monika.kreutzmann@arrk-engineering.com,  
www.arrk-engineering.com

## Neuartige Prüfvorrichtung steht für ‚evolutionären Fortschritt‘ bei der Schubprüfung

Eine neue Prüfvorrichtung für Schubprüfungen von anisotropen Materialien entwarfen die Prüffingenieure der Dresdner IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH. Mit dieser IMA-Rail-Shear entwickelten sie das Konzept der V-Notched Rail Shear Prüfung konsequent weiter und beschränkten dabei neue Wege.

Grundlage jeder Bauteilentwicklung und Qualitätsüberwachung ist eine zuverlässige und reproduzierbare Werkstoffprüfung. Dafür muss das Prüflabor Methoden auswählen, mit denen das reale Werkstoffverhalten möglichst optimal im Versuch simuliert werden kann.

### Komplexes Verformungsverhalten

Wichtige Kennwerte bei der Materialbeschreibung von Faserverbundlaminate sind die intralaminaren Schubeigenschaften. Bekannte Prüfmethode sind die V-Notched Rail Shear Prüfung, der Iosipescu-Versuch sowie der Schubversuch mittels Schubrahmen.

Die IMA Dresden favorisiert als Test den V-Notched Rail Shear Versuch. Doch die Nutzung der originären Prüfvorrichtung, vertrieben durch Wyoming Test Fixtures Inc. (WTF), ist mit konzeptionellen Nachteilen behaftet. Zum einen ist durch den Einsatz von Klemmschrauben kaum eine reproduzierbare Spannkraft realisierbar und auch die Prüfkörperausrichtung ist aufwändig. Hauptmanko ist jedoch der starre Prüfaufbau mit unterdrückter Querverformbarkeit des Prüfmaterials. Dies führt dazu, dass die ermittelten Schubsteifigkeiten bei einigen Laminateaufbauten bis zu 10 Prozent

über den tatsächlichen Werkstoffkennwerten liegen.

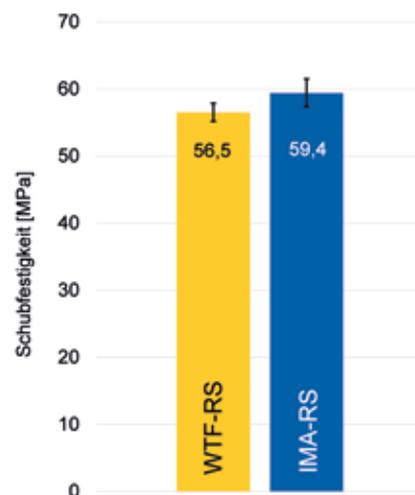
### Validierte Versuchsergebnisse

Das wollten die Prüffingenieure der IMA Dresden nicht länger hinnehmen. Sie hoben die bekannten Nachteile der bestehenden Vorrichtung durch eine hydraulische Klemmung, kombinierte Lasteinleitung, Linearführungen und freie Beweglichkeit in Querrichtung. So entstand die Prüfvorrichtung IMA-Rail-Shear, die das komplexe Verformungsverhalten von Faserverbunden berücksichtigt.

Ein umfangreiches Testprogramm mit verschiedenen Materialien validierte die neue Vorrichtung. Nebenstehendes Diagramm zeigt im Vergleich die Ergebnisse der IMA-Rail-Shear Prüfvorrichtung (IMA-RS) und der von WTF (WTF-RS).

### Technologie nutzbar machen

Die Ergebnisse der internen Versuche und der Vergleich mit alternativen Prüfmethode bestätigen den theoretischen Ansatz sowie die konzeptionellen Vorteile der neuen Vorrichtung. Mit der IMA-Rail-



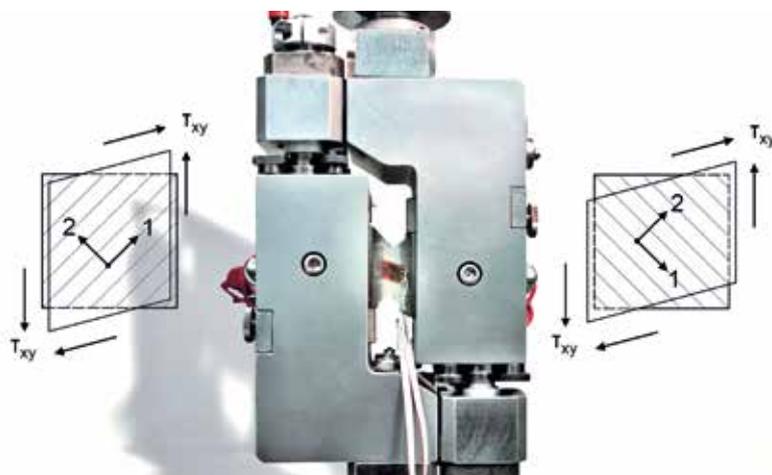
Vergleich der Schubfestigkeit mit Standardabweichung, geprüft mit beiden Vorrichtungen

Shear Prüfvorrichtung kann die bereits sehr erfolgreiche Probengeometrie der ASTM D7078 mit der freien Beweglichkeit in Querrichtung sowie einer stark verbesserten Prüfkonomie kombiniert werden. Die IMA-Rail-Shear ist international zum Patent angemeldet (WO 2014090298 A1) und soll durch einen langjährigen Partner vertrieben werden.

Weitere Informationen:  
IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Dresden,

**Dipl.-Ing. Frank Heinrich,**  
Abteilungsleiter Kunststoffe und Verbundstoffe,  
Telefon +49 (0) 351 / 88 37-418,  
frank.heinrich@ima-dresden.de

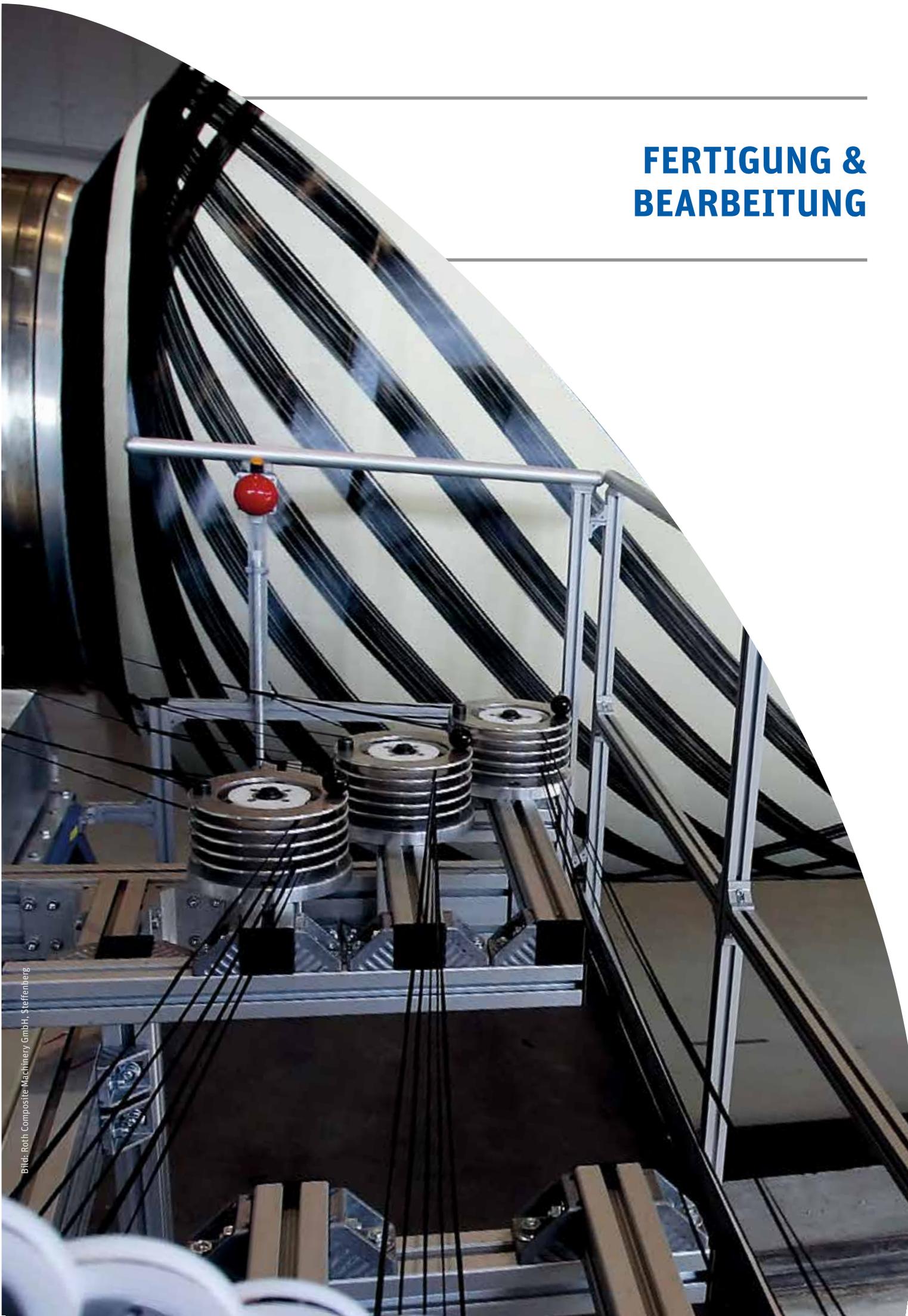
**Prof. Dr.-Ing. Jens Ridzewski,**  
Senior Principal Engineer,  
Telefon +49 (0) 351 / 88 37-499,  
jens.ridzewski@ima-dresden.de,  
www.ima-dresden.de



IMA-Rail-Shear Prüfvorrichtung mit hydraulischer Probenklemmung und Linearführung



# FERTIGUNG & BEARBEITUNG



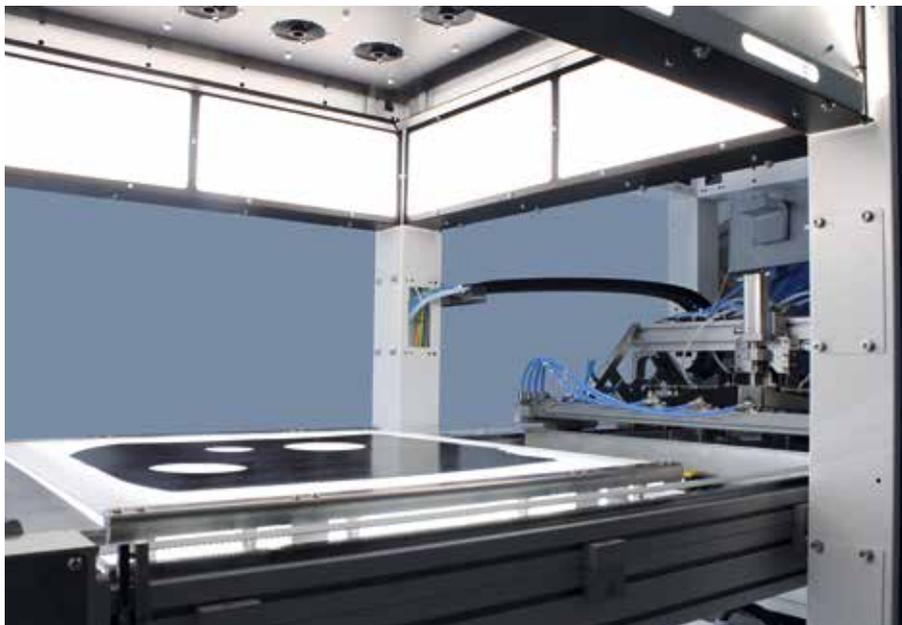
# ELEKTRONISCHES ADLERAUGE

Messtechnik geschnittene Bahnware: Neuer Prüfautomat bringt Licht in Faserverbundwerkstoffe

**Ein neuer Prüfautomat des nordrhein-westfälischen Messtechnikspezialisten Pixargus prüft geschnittene Faserverbundplatten im Sekundentakt auf Herz und Nieren. Mit zwölf Kameras, modularen Hochleistungs-LEDs und ausgeklügelten Algorithmen kontrolliert das System Oberfläche und Dimension in einer Messung. Außerdem übernimmt WebControl SinglePiece (SP) das komplette Handling des Stückguts im Prüfprozess – von der Zuführung über den Transport bis zur Ausschleusung.**

Ob in Sitzschalen oder der Pedalerie – neue Faserverbundwerkstoffe sind stabil und leicht und deswegen gerade in der Automobilindustrie stark auf dem Vormarsch. Hier sind die Sicherheitsanforderungen an das Material und damit an die Einzelstückprüfung hoch.

Der neue Prüfautomat WebControl SP von Pixargus kontrolliert µm-genau bei jedem Prüfteil die 2D-Soll-Ist-Kontur, prüft gleichzeitig kritische Oberflächenstrukturen wie die richtige Faserorientierung und entdeckt Oberflächenfehler wie Risse, Kratzer, Löcher, Web- und Maschenfehler – sogar auf dunklem und inhomogenem Material. Dabei kombiniert das System die Oberflächeninspektion der Faserlage mittels Auflicht und die Kontrolle der Soll-Ist-Kontur mittels Durchlicht in einer Messung.



*Der transluzente Messtisch von WebControl SinglePiece (SP) liefert mit Hochleistungs-LEDs, Kamerasensorik und Algorithmen hochpräzise Messergebnisse.*

## Stabile Qualitätsprozesse

„Wir haben eine Hochleistungs-Lichtszenerie mit einer engen Messtoleranz von +/-50 µm aufgebaut, die starke Kontraste und ein optimales Kamerabild liefert“, erklärt Pixargus-Geschäftsführer Jürgen Philipps die neue Technologie. „Über die perfekte Abstimmung von LEDs und Kamerasensorik und unsere ausgeklügelte Algorithmen können wir etwaige Störeinflüsse durch kritische Materialeigenschaften des Prüfguts ausschließen – und das bei einem hohen vollautomatischen Prüfdurchsatz samt Messmittelfähigkeit.“

Für die Oberflächeninspektion nutzt WebControl SP eine Multikamerasensorik. Pro Kamera lassen sich beliebig viele Sichtbereiche definieren und so verschiedene Prüfaufgaben gleichzeitig durchführen. Zur Verifizierung der Qualitätsentscheidung überprüft das System auch die Kongruenz der gewonnenen Messdaten. „Wir

sagen nicht nur, der Faden liegt richtig und die Soll-Kontur passt, sondern beides zusammengenommen muss stimmen“, erläutert Vertriebs- und Marketingdirektor Dirk Broichhausen.

## Automatisiertes Handling

Nach manueller Bestückung des Magazins übernimmt der Prüfautomat WebControl SP das Handling geschnittener Bahnwaren bis max. 700 x 700 Millimeter vollautomatisch. Der Transport des Stückguts erfolgt mittels Luftkissentechologie, die Tageskapazität beträgt bis zu 10.000 Stück. Die aufbereiteten Qualitätsdaten lassen sich in Folgeprozesse und Industrie-4.0-Anwendungen integrieren.

Weitere Informationen:  
**Pixargus GmbH**, Würselen,  
Telefon +49 (0) 24 05 / 479 08-0,  
info@pixargus.de,  
www.pixargus.de



*Stückgutprüfung im Sekundentakt: Nach manueller Bestückung des Magazins übernimmt der Prüfautomat WebControl SP das Handling des Prüfguts von der Zuführung bis zur Ausschleusung automatisch.*

## Fahrradteile aus duroplastischen Prepregs mit weniger Energie schneller produzieren

**Im Projekt „ProLight“ widmeten sich das Institut für Verbundwerkstoffe und die all ahead composites GmbH der Entwicklung einer zeit-, kosten- und energieeffizienten Prozesskette für Hohlbauteile im Fahrradbau. So kommen die Produkte schneller zum Einsatz und ermöglichen in der Praxis Profis und ambitionierten Hobbyradlern ein höheres Leistungsniveau.**

Hochleistungskomponenten für Fahrräder werden heute meist aus duroplastischen Prepregs gefertigt. Ihr hoher möglicher Faservolumengehalt und die hohe Imprägnierqualität ermöglichen ein Maximum an mechanischer Performance. Stand der Technik zur Bauteilherstellung ist dabei bislang der Einsatz eines Autoklavs. Das bringt jedoch sehr lange Zykluszeiten mit sich und verbraucht viel Energie für Heizen, Kühlen und Luftkompression.

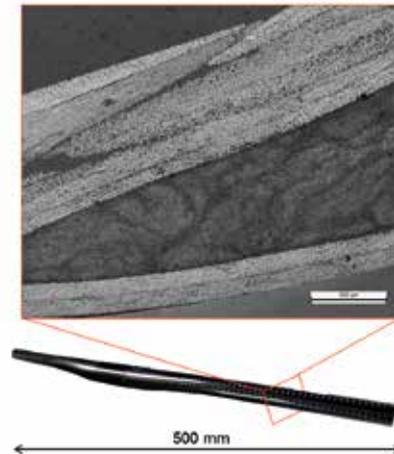
### Effizientere Prozesskette

Das sollte im Gemeinschaftsprojekt „ProLight“ verbessert werden. Als Grundlage wurde zunächst eine Fahrradgabel mithilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) mit dem optimalen Lagenaufbau hinsichtlich spezifischer Steifigkeit und Festigkeit und somit Leichtbau optimiert. Darauf basierend entwickelten die Fachleute ein Werkzeug, das in einer einfachen Presse positioniert wird und einen Schlauchblas-Pressprozess bei gleichzeitiger Vakuumierung erlaubt.

Parallel wurden verschiedene Prepreg-Systeme umfassend hinsichtlich ihres Aushärteverhaltens charakterisiert, um eine prozessoptimale Auswahl treffen zu können. Die letztlich erreichten Bauteilqualitäten stehen der klassischen Autoklavfertigung in nichts nach, obwohl die Zykluszeit von einigen Stunden auf wenige Minuten reduziert werden konnte.

### Wirtschaftlichere Produktion

Aus energetischer Sicht ist die Konduktion beim Pressen gegenüber der Konvektion im Autoklaven viel vorteilhafter, immerhin spart das allein schon die Hälfte der benötigten Wärmeenergie. Noch mehr Energieeffizienz ist trotz abwechselnder Heiz- und Kühlphasen mit den ebenfalls im Projekt entwickelten Wärmerückgewinnungsstrategien zu erreichen.



*Das Schliffbild eines im Pressprozess hergestellten Fahrradlenkers zeigt eine sehr gute Imprägnierungsqualität.*

Aktuell forschen die Projektpartner an weiteren Möglichkeiten zur Prozesszeitverkürzung. So nimmt bei den untersuchten Prepreg-Systemen die Zunahme des Vernetzungsgrades von 90 Prozent auf 99,5 Prozent typischerweise schon über die Hälfte der Gesamtzykluszeit ein. Eine ganzheitliche Untersuchung der Effekte des schnellen Prepreg-Pressens auf Laminatqualität und Bauteilperformance soll es erlauben, weiteres Einsparpotenzial zu nutzen – damit die an der Forschung beteiligte all ahead composites GmbH auch künftig Hochleistungs-Fahrradkomponenten „Made in Germany“ wirtschaftlich herstellen kann.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Oliver Rimmel,**  
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW),  
Verarbeitungstechnik, Kaiserslautern  
Telefon +49 (0) 631 / 20 17-228,  
oliver.rimmel@ivw.uni-kl.de,  
www.ivw.uni-kl.de

**Dipl.-Ing. (FH) Christian Gemperlein,**  
Geschäftsführer/CEO all ahead composites  
GmbH, Veitshöchheim,  
Telefon +49 (0) 931 / 991 27-007,  
cgemperlein@all-ahead-composites.de,  
www.bike-ahead.de



*Ergebnisse der Finite-Elemente-Modellierung und Prototyp einer Fahrradgabel*

Das Projekt „ProLight“ wurde durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert und vom IVW zusammen mit dem Partner all ahead composites GmbH durchgeführt.

**JEC world**  
International Composites Event  
Paris, March 14-15-16-2017

**Halle 5A**  
**E54**

## Hochgeschwindigkeitswickeln von thermoplastischen Druckbehältern

**Druckbehälter aus endlos-faserverstärkten Kunststoffen sind leicht und widerstandsfähig, waren aber bislang in der Herstellung sehr aufwändig. Dank eines von der AFPT GmbH entwickelten Fertigungsverfahrens können solche Faserverbunddruckbehälter nun in industrieller Größenordnung gefertigt werden.**

Um der Forderung nach reduzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen auch im Personen- und Güterverkehr nachzukommen, setzt die Automobilindustrie vermehrt auf Brennstoffe wie Erdgas oder Wasserstoff. Bei geringem Strukturgewicht lassen sich die dafür erforderlichen Berstdrücke mit Druckbehältern aus endlos-faserverstärkten Kunststoffen erreichen. Doch der Umsetzung dieser schon seit längerem bekannten Technologie in Serie standen meist hohe Fertigungskosten im Wege, verursacht durch kostenintensive Kohlenstofffasern und zeitaufwändige Fertigung.

### Herausforderung gemeistert

Die AFPT GmbH hat sich des Problems angenommen und ein Fertigungsverfahren entwickelt, das die Herstellung von Faserverbunddruckbehälter in industriellem Maßstab erlaubt. Dafür setzt das Verfahren auf thermoplastische Kunststoffe, die – anders als die weitverbreiteten Duroplaste – eine „In-Situ-Konsolidierung“ ermöglichen, also das Aushärten des Faserkunststoffverbundes während des Wickelprozesses. Damit entfällt die zeitintensive Aushärtung im Autoklaven, welche einer für die Massenfertigung adäquaten Zykluszeit bislang im Wege stand.

### Einzelfaktoren gebündelt

Konkret wird ein Tapehalbzeug durch Laserstrahlung auf Schmelztemperatur erhitzt und mithilfe einer Andruckrolle mit dem Untergrund verschweißt. Da die Wärmeenergie nur lokal und homogen eingebracht wird, ist der Prozess sehr energieeffizient und umweltfreundlich. Außerdem ist verglichen mit den bestehenden Nasswickelverfahren die gesundheitliche Belastung der Mitarbeiter minimiert, da keine offenen Harzsysteme verwendet werden und der Prozess in



*Laserunterstützter Tapewickelkopf zum schnellen Wickeln eines thermoplastischen Druckbehälters*

einer geschlossenen, lasersicheren Umgebung stattfindet.

Der völlig neu entwickelte Legekopf wurde speziell für die Anforderungen des Behälterwickelns konzipiert. Im Fokus standen vor allem Zuverlässigkeit und Produktivität, die deutlich gesteigert werden konnten. Beispielsweise erhöhte sich die bis dato erzielte Wickelgeschwindigkeit von 20 m/min. durch konsequente Ausgestaltung von Kopf und Handhabungskinematik auf bis zu 90 m/min.

Um den hohen Geschwindigkeiten standzuhalten, wurde auch die Tafeführung komplett neu gestaltet. Außerdem lassen sich jetzt höhere Tapespannungen erreichen, was die Konsolidierungsgüte und die Laminatqualität steigert. Und last but not least wurde zusätzliche eine externe Materialzufuhr umgesetzt, die einen effizienten Materialwechsel ermöglicht.

Weitere Informationen:

**Arne Büttner,**  
AFPT GmbH, Dörth,  
Telefon +49 (0) 67 47 / 95 01 85-3,  
arne.buettner@afpt.de,  
www.afpt.de

**JECworld**  
International Composites Event  
Paris, March 14-15-16-2017

**Halle 5A**  
**N60**



Filament Winding Maschine des Herstellers Roth Composites Machinery, der Faserwickelmaschinen in unterschiedlichsten Bauarten anbietet

## DER RICHTIGE DREH

### Maschinenhersteller zufrieden mit Nachfrage nach Filament Winding Maschinen

**Als Hersteller von Sondermaschinen zieht Roth Composite Machinery mit Hauptsitz im hessischen Steffenberg positive Bilanz: Mehr als 500 Filament Winding Maschinen des Unternehmens sind international erfolgreich im Einsatz. Besonders gefragt sind die Faserwickel-Maschinen für die Fertigung von Produkten aus hochwertigem, durch Faserverstärkung besonders stabilen Kunststoffen für Leichtbauanwendungen.**

Mitbegründet liegt der Erfolg des Familienunternehmens Roth Composite Machinery sicher in 50 Jahren Erfahrung in der Entwicklung von Filament Winding Maschinen. Anlagen mit bis zu 100 Tonnen Bauteilgewicht und 30 Meter Bauteillänge sind im Serienbetrieb erprobt, auch Wickelmaschinen mit zwölf CNC-Achsen gehören zum Portfolio.

#### Jahrzehntelange Erfahrung

Fast drei Jahrzehnte umfasst die gesammelte Expertise in Bezug auf vollautomatische Produktionslinien, darunter Fertigungslinien für Gasbehälter vom Granulat bis zum geprüften Compositebehälter. Die Handhabung aller Faserarten – von einfachen Glasfasern bis zu besonders sensiblen, hochsteifen Fasern – gehört ebenso zum Know-how des Unternehmens.

„Unsere Konstrukteure sind kompetent in Auslegung, Design und Detaillierung“, spricht Vertriebsleiter Bernd Fischer einen

wichtigen Faktor an. „Sie entwickeln passgenaue Maschinen für die Produktionsaufgaben unserer Kunden. Das Ergebnis sind leistungsstarke, zuverlässige und langlebige Anlagen.“

#### Durch Fusion stark in die Zukunft

Nun haben die beiden Roth Industries Tochterunternehmen EHA Composite Machinery GmbH aus Steffenberg und Schlesinger Maschinenbau GmbH aus Burgwald fusioniert. Seit Mitte 2016 firmieren sie unter dem Namen Roth Composite Machinery GmbH und mit dem Logo der Muttergesellschaft.

Dr. Andreas Reimann, Geschäftsführer von Roth Composite Machinery, erklärt dazu: „Unter dem Motto ‚Eine Marke – viele Stärken‘ stehen wir unseren Kunden mit einer neuen Organisation und einem erweiterten Team zur Verfügung.“ Zu den Vorteilen gehört beispielsweise ein erweiterter Servicestab erfahrener Monteure für das Aufstellen und Einfahren von Anlagen ebenso

wie Synergien in Entwicklung, Produktion und Einkauf.

Die Fachkompetenzen der beiden Geschäftsbereiche Gebäude- und Industrietechnik konzentrieren sich seit der Umstrukturierung in sechs Sparten. So plant, konstruiert und fertigt Roth Composite Machinery neben den Aggregaten, Maschinen und Anlagen zum Faserwickeln und zur Prepeg-Herstellung auch solche zur Herstellung von Bürsten und Besen sowie zum Beschichten und Imprägnieren.

Weitere Informationen:

**Roth Composite Machinery GmbH**,  
Steffenberg,  
Telefon +49 (0) 64 64 / 91 50-0,  
service@roth-industries.com,  
www.roth-composite-machinery.com

**JECworld**  
International Composites Event  
Paris, March 14-15-16-2017

Halle 5A  
M78

# KURZE SPÄNE, NIEDRIGE TEMPERATUREN

## Überlagerte Axialschwingung revolutioniert die Bohrbearbeitung von CFK-Titan-Stacks

**Beim Bohren von Werkstoff-Kombinationen wie CFK mit Titan- und Aluminiumlegierungen steigert die Überlagerung der Vorschubbewegung durch eine niederfrequente Schwingung in Achsrichtung die Produktivität. Dies ermöglicht das prozesssichere Brechen der Späne an der Schneide und eine problemlose Spanabfuhr aus der Bohrung, was wiederum das CFK vor dem Auswaschen durch Metallspäne schützt.**

Die Axialschwingungen verursachen abhängig von ihrer Amplitude eine Modulation des Spanquerschnittes bis hin zum erzwungenen Spanbruch bei großen Amplituden. So erweist sich der Einsatz von schwingungsüberlagerten Bohrprozessen als Weiterentwicklung des Bohrens mit Entspannhüben als effektive Technik.

### Ausschlag gebendes ...

Wird der Bohrer zum Entspannen des Werkstücks durch Unterbrechen oder Umkehr der Vorschubbewegung konventionell vom Werkstück abgehoben, verlängert die Schwingungsüberlagerung den Prozess nicht. Allerdings wirkt sich die Variation der Vorschubbewegung durch die Schwingungsüberlagerung neben der Spanlänge auch auf die Temperaturen und Kräfte bei der Spanbildung aus.

### ... Taktgefühl

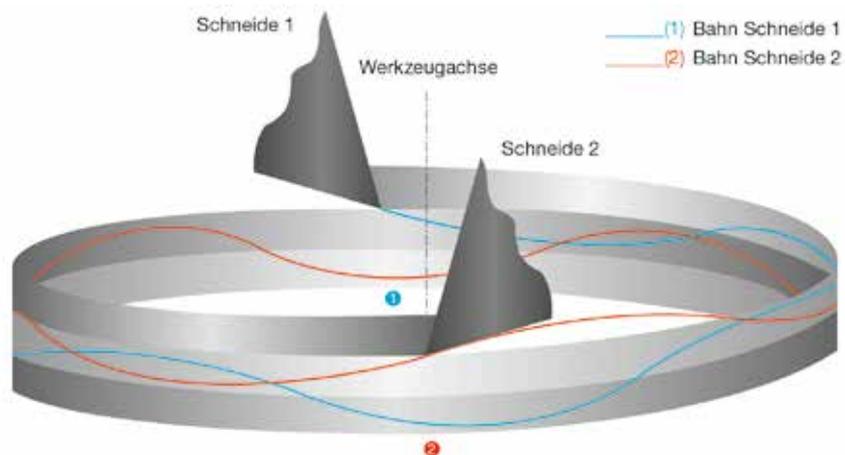
Wichtige Prozessparameter sind der Vorschub im Verhältnis zur Schwingungsamplitude, da die Größe der Amplitude der überlagerten Schwingungen den Querschnitt der erzeugten Späne beeinflusst. Der bei der konventionellen Bohrbearbeitung erzeugte konstante Spanquerschnitt wird durch die überlagerte Schwingung verzerrt. Dies kann gesteuert werden: von einer leichten Einschnürung des Spans, über einen Punkt, an dem der Spanquerschnitt nahe Null ist, bis hin zu einem definierten Bruch des Spans durch das Abheben der Schneide vom Bohrungsgrund.

Die Einstellung wird abhängig von der Zähigkeit des zu bearbeitenden Materials und der benötigten Spanlänge ausgewählt. Zum prozesssicheren Brechen der Späne von besonders duktilen Materialien wie Titan-

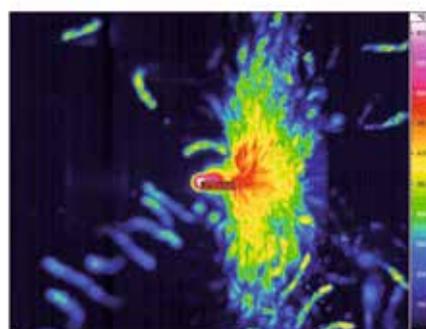
legierungen in der Luftfahrt muss die Amplitude teils deutlich über den Vorschub der Schneiden erhöht werden. Dies führt zu einem extremen Abheben des Werkzeuges vom Bohrungsgrund und trennt damit den Span zuverlässig vom Werkstück. Das Abheben der Schneide begünstigt außerdem die Kühlung des Werkzeugs durch eine gute KSS-Versorgung der Schneide (Kühlschmierstoff) und sorgt für eine weitere Reduzierung der mittleren Vorschubkraft und Schneidentemperatur.

Weitere Informationen:

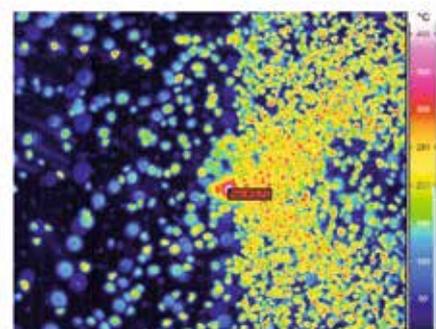
**Christian Gauggel,**  
Gühring KG, Albstadt,  
Telefon +49 (0) 75 71 / 10 82 23 37,  
christian.gauggel@guehring.de,  
www.guehring.de



Schematische Darstellung der Schneidenbewegung beim Bohren mit überlagelter Axialschwingung



Konventionell trocken  
 $\bar{\theta}_{\max}$ : 619 °C



Schwingungsunterstützt trocken  
 $\bar{\theta}_{\max}$ : 416 °C

Deutlich verringerte Maximaltemperaturen und optimierte Spanbildung durch die Schwingungsunterstützung (kumulierte Falschfarbendarstellung)

## Faserverbundkunststoffe fordern Umdenken bei der Zerspangung

**Neue Produkte müssen mit zunehmender Innovationsgeschwindigkeit höheren ökonomischen und ökologischen Anforderungen bezüglich Funktion, Gestaltung und Werkstoffeinsatz genügen. Das bedingt auch immer wieder verbesserte Fertigungsverfahren und Werkzeuge. Ein gelungenes Beispiel dafür ist im Bereich der Zerspangung der High Performance Composite Router (HPC) von LMT Onsrud.**

Die Produktionstechnik befindet sich schon seit Längerem im Umbruch. Ein wichtiger und viel diskutierter Punkt betrifft Ressourcenschonung durch Gewichtseinsparung. Bauteile müssen bei gleicher Leistungsfähigkeit immer leichter werden, was zum Beispiel durch entsprechende Composite-Werkstoffe erreicht werden kann.

### Zukunftswerkstoff CFK

Das generiert eine neue Dynamik für Leichtbauwerkstoffe, wie Faserverbundkunststoffe und deren „Schwergewicht“ CFK. Automotive- und Luftfahrtindustrie werden überproportional wachsen und üben gleichzeitig eine Sogwirkung auf andere Anwendungen und weitere Produkte aus Kunststoff aus. Die Produktionsmengen werden weiterhin deutlich steigen.

Hier ist unternehmerische Kompetenz gefragt, wie sie etwa die LMT Tools Group mit mehr als hundertjähriger Erfahrung in der industriellen Fertigung im Allgemeinen und fünfzigjähriger Erfahrung in der Zerspangung von Kunststoffen im Besonderen bieten kann. Beständig entwickeln Experten der LMT-Firmen Berlin, Onsrud und Kieninger optimierte Werkzeugsysteme zur Kunststoffbearbeitung.



*Der High Performance Composite (HPC) Router kann bohren und fräsen*

### Fräsen-Allrounder

Aufgrund seiner universellen Anwendungsmöglichkeit eignet sich beispielsweise der High Performance Composite Router (HPC) von LMT Onsrud sehr gut zum Bearbeiten von Faserverbundkunststoffen. Sein gegenläufiger Drall verläuft über die gesamte nutzbare Schneidlänge. Je nach Geometrie der Werkzeugspitze kann das Werkzeug zum Bohren, Tauchen oder Vollnuten eingesetzt werden. Das Anwendungsspektrum reicht vom Einsatz mit handgeführten Geräten bis zur HSC-Bearbeitung auf CNC-Maschinen. In einem Anwendungsbeispiel wurde der HPC-Router mit einem Durchmesser von 6 Millimeter eingesetzt, um Taschen

in eine Krantür aus dem Sandwichmaterial CFK/GFK zu fräsen. Durch die Steigerung der Vorschubgeschwindigkeit von  $v_f = 0,7$  m/min auf  $v_f = 2,1$  m/min konnte die Fräszeit bei gleichbleibender Qualität gegenüber einem herkömmlichen Router merklich reduziert werden. Gleichzeitig erhöhte sich der Standweg von 7,5 Meter auf 20 Meter.

Weitere Informationen:

**LMT Tool Systems GmbH,**  
Oberkochen,  
Telefon +49 (0) 73 64 / 95 79-0,  
lmt.de@lmt-tools.com,  
www.lmt-tools.de

## IHRE NEWS – UNSER SERVICE



Redaktionsschluss für das nächste Carbon Composites Magazin ist der **12. Mai 2017**.

Gerne können Sie uns als Mitglied des CCeV Ihre Meldungen und Berichte schon vorher zusenden. Besonders anregen möchten wir Beiträge zum diesjährigen Jahresthema „Design“. Neuste Meldungen aus den Mitgliedsunternehmen veröffentlichen wir auch auf der Website des CCeV unter [www.carbon-composites.eu](http://www.carbon-composites.eu).

Weitere Informationen:

**Elisabeth Schnurrer,**  
Telefon +49 (0) 8 21 / 26 84 11-04,  
Mobil +49 (0) 151 / 15 684 685,  
redaktion@carbon-composites.eu





CNC-Nähanlage KL 110

## 3D-ROBOTERNÄHEN

Von Hängerobotern und Tuftingköpfen – moderne Nähanlagen sind Hightech

**Individuelle Maschinen zur Verarbeitung von Faserverbundwerkstoffen und allen Arten technischer Textilien bilden einen Kernbereich im Angebot von PFAFF Industriesysteme und Maschinen GmbH. Unternehmens- und Produktionsstandort ist Lorsch in Süddeutschland, wo ein Kompetenzzentrum den Bereich „Composites“ stärkt. Die großen Anlagen werden am Standort Kaiserslautern montiert.**

Mit schnellen, präzisen Stichen näht die Blindstichnämaschine einzelne CFK-Bahnen an einem Portal vollautomatisch zu einem großen Gelege zusammen. Hier entsteht das Druckschott für den Airbus A380. Die Nähanlage dazu stammt vom süddeutschen Sondermaschinenhersteller KSL.

Seit die beiden Unternehmen Pfaff Industriesysteme und Maschinen GmbH und KSL Keilmann Sondermaschinenbau GmbH im Jahr 2015 verschmolzen, firmieren die Marken Pfaff Industrial und KSL unter dem einen Dach der Industriesysteme und Maschinen GmbH. Ausgefeilte Nähanlagen gehören nach wie vor zum Portfolio, zum Beispiel die Lösungen KL 504 und KL 110.

### Portalanlage KL 504

Die Anlage mit hängendem Roboter hat einen definierten Arbeitsraum von 8 x 3,5 x 1,5 Meter und ist mit fünf Funktionsköpfen ausgestattet: Blindstichnäkopf RS 512, Zweinadel-Nähkopf RS 530, Tufting-Nähkopf RS 522, Ultraschall-Schneidkopf sowie Laser-Messkopf. Die

Nähköpfe sind so konstruiert, dass – zugänglich von einer Seite – auch Kohle- und Glasfasergelege miteinander verbunden werden können. Die Nähte können mit Fäden aus Kohlenstofffaser, Glasfaser, Kevlar oder Polyester ausgeführt werden.

Durch die Portalkonstruktion in Verbindung mit dem Roboter sind auch komplexe Geometrien bearbeitbar. Ein Ultraschall-Schneidkopf, der wie alle anderen Funktionsköpfe über ein Werkzeugwechselsystem automatisch aufgenommen und abgelegt werden kann, schneidet trockenes Faser- sowie Prepreg-Material. Ein Messkopf mit Laserabtastung ermöglicht mit einer entsprechenden Software die automatische Lagekorrektur von Bauteilen.

Zusätzlich können auf einer separaten Workstation Simulationen und Offline-Programmierungen eingegeben werden, um etwa Erreichbarkeit und Kollision zu prüfen. Es kann auf dieser Station aber auch die Fadenspannung für Blindstich- und Zweinadelkopf und der Fadenverbrauch beim Tuftingkopf kontrolliert und dokumentiert werden.

### Programmierbare KL 110

Die CNC-Nähanlage vernäht mit Doppelsteppstich Kohle- und Glasfasergelege im 2D-Bereich. Der Arbeitsbereich der Anlage ist 8 x 3,5 Meter. Für beste Nahtqualität in allen Nahtrichtungen ist die Maschine mit einem Drehkopf ausgestattet. Das Nähmaterial wird vollflächig unterstützt und durch ein spezielles Bandsystem äußerst schonend behandelt. Zur leichteren Programmierung gibt ein DXF-Konverter direkt ein maschinenlesbares Programm aus. Ein Sensorsystem überwacht die Oberfadenspannung, das Überschreiten der eingestellten Limits führt zu einem Stopp der Anlage mit entsprechender Fehlermeldung. Und nicht zuletzt besteht die Möglichkeit, die Fadenspannungswerte zu protokollieren.

Weitere Informationen:

#### Johannes Dewald,

Global Sales Manager,  
PFAFF Industriesysteme  
und Maschinen GmbH,  
Zweigniederlassung KSL, Lorsch,  
Telefon +49 (0) 62 51 / 96 20-341,  
johannes.dewald@pfaff-industrial.com,  
www.pfaff-industrial-ksl.com

# BRANCHEN & QUERSCHNITT



### Exkursion macht Vorlesungsinhalte für Studierende greifbar

**Die Theorie lehrt Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang am Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) Kaiserslautern zum Beispiel in seiner Vorlesung „Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe“. Praktisch erlebten seine Studentinnen und Studenten im Rahmen einer dreitägigen Exkursion, wie Bauteile aus faserverstärkten Kunststoffen im industriellen Maßstab produziert werden – vom einfachen Lagerbehälter für Heizöl oder Streugut bis zu Hochleistungskomponenten für High-End-Automobile.**

Auftakt der Praxistour war ein Besuch bei der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH und der Reinhausen Power Composites GmbH. Hier werden Bauteile für die Hochspannungstechnik wie Hochspannungsisolatoren und Stufenschalter zur Spannungseinstellung von Transformatoren meist im Wickelverfahren herstellt. Bei einer Lebensdauer im Einsatz von 50 Jahren und mehr ist hohe Qualität von zentraler Bedeutung, was die umfangreiche Prüfung im Hochspannungslabor eindrucksvoll belegte.

#### Der Süden leuchtet

Der zweite Exkursionstag stand ganz im Zeichen der Serienproduktion faserverstärkter Kunststoffe im Automobilbau. An den Standorten der BMW AG in Dingolfing und Landshut überzeugten sich die angehenden Fachleute aus erster Hand vom Stand der Technik. In Bayern fertigt BMW vor allem die Composite-Bauteile der neuen 7er-Baureihe. Das verlangt bei gleichbleibend hoher Qualität

enorme Stückzahlen, also einen hohen Automatisierungsgrad bzw. hohe Fertigungseffizienz. Genutzt werden dafür sowohl Nasspressverfahren als auch RTM-Verfahren und Hybrid-Prepreg-Bauweisen in Verbindung mit hochfesten Stählen, die Wunsch-Eigenschaften mehrerer Materialien kombinieren.

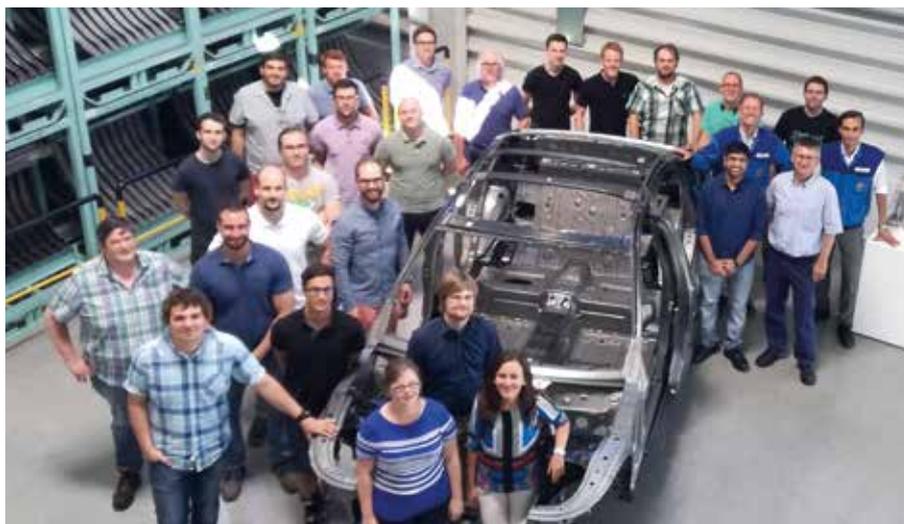
Einen weiteren Herstellungsaspekt beleuchtete anderntags die CEMO GmbH in Schnelldorf. Sie besitzt jahrzehntelange Erfahrung im Bereich der Lagertechnik, fertigt also z.B. Streugutbehälter, Heizöltanks und mobile Tankstationen aus glasfaserverstärkten Kunststoffen. Die Massenfertigung eines breiten Produktportfolios erfolgt hier durch Nasspressen, klassische Vakuuminjektion, SMC-Verfahren sowie rein thermoplastische Verfahren wie das Rotationsintern.

Abschließend hieß auch die Audi AG in Neckarsulm die Studierenden willkommen. Ein Rundgang durch das Werk zeigte zunächst moderne Logistik und Fertigungsprozesse der klassischen Blechbauweise im Automobilbau. Ein Highlight der Exkursion war für viele Teilnehmer dann die Führung durch das Audi-Leichtbauzentrum mit all den Informationen über den neuesten Stand der FKV-Forschung in diesem Bereich.

Die Begeisterung der Exkursionsteilnehmer lässt vermuten, dass nicht wenige von ihnen in Gedanken ihren Studienabschluss bereits vorwegnahmen und sich schon an der Arbeit sahen.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Oliver Rimmel,**  
IVW, Kaiserslautern,  
Telefon +49 (0) 631 / 20 17-228,  
oliver.rimmel@ivw.uni-kl.de,  
www.ivw.uni-kl.de



*Nachwuchs: Besuch bei der BMW AG in Dingolfing (o.) und der Audi AG in Ingolstadt (u.)*

 <p>JECworld International Composites Event Paris, March 14-15-16-2017</p>	<p>Halle 6</p>
	<p>D69</p>

### Aus- und Weiterbildungsanbieter integriert „Industrie 4.0“ in seine Ausbildungsinhalte

**Die vierte industrielle Revolution ist in vollem Gange. Nach der Digitalisierung der technischen Welt werden sich nun Menschen, Maschinen und industrielle Prozesse noch stärker vernetzen. Hier setzen die Eckert Schulen an und bereiten Unternehmensmitarbeiter auf die Herausforderungen der „Industrie 4.0“ vor.**

Eine Ausbildung oder ein Studium reichten früher für ein ganzes Arbeitsleben. Das ist schon lange nicht mehr so. „Die ständige Qualifikation der Mitarbeiter ist die Herausforderung Nummer eins für Unternehmen. Wir gehen das in unseren Kursen direkt und praxisnah an“, so Alexandra Martin, Standortleiterin des Regionalen Bildungszentrums in Augsburg.

Darum bieten die Eckert Schulen mit der Zentrale in Regenstauf und über 40 Standorten in ganz Deutschland Techniker- und Meisterschülern High-Tech-Unterricht für diesen wegweisenden Trend. Mit praxisorientierten Lernkonzepten können angehende Staatlich geprüfte Techniker sowie

Rehabilitanden aus anderen technischen Berufen zum Beispiel in vier interaktiven Experimentier-Laboren am Campus in Regenstauf die „Industrie 4.0“ während ihrer Aus- bzw. Weiterbildung oder Umschulung erforschen. Im Mittelpunkt stehen dabei die Fachrichtungen Elektrotechnik, Mechatronik-, Maschinenbau- und Kunststofftechnik.

Auch im Bereich Design greift dieser Ansatz. Im Studiengang Bachelor of Arts (B.A.) Grafik-Design erhalten die Studentinnen und Studenten eine fundierte gestalterische Grundausbildung, die um Kenntnisse aus Betriebswirtschaft und Marketing erweitert wird. Weitere Punkte sind die visuelle Gestaltung von Printprodukten, Online-Medien

und Web-Anwendungen bis hin zu mobilen und interaktiven Inhalten.

Ein weiterer Kurs, der IHK-geprüfte Lehrgang Technischer Produktdesigner, umfasst Erstellung und Anwendung technischer Dokumentationen, die Vorbereitung, Kontrolle und Aufzeichnung von Arbeitsabläufen sowie Werkstoffkunde, Fertigungs-, Montage- und Fügeverfahren.

Weitere Informationen:

**Alexandra Martin,**  
Eckert Schulen Augsburg,  
Telefon +49 (0) 821 / 65 07 86 30,  
augsburg@eckert-schulen.de,  
www.eckert-schulen.de



A MEMBER OF  MISTRAS






**COMPOSITES PRÜFUNGEN FÜR QUALITÄT & SICHERHEIT**

**10 Jahre**  
2007 - 2017

**Ein wunderbarer Grund zum Feiern! Die GMA-Werkstoffprüfung GmbH gratuliert dem CCeV recht herzlich zu seinem 10-jährigen Jubiläum!**

Wir freuen uns, Mitglied in diesem hervorragenden Netzwerk der „CFK-Szene“ zu sein. Mit unseren **technischen Dienstleistungen** im Rahmen der **Werkstoffprüfung** und **Qualitätssicherung** haben wir beim CCeV nicht nur eine ideale Plattform für den Austausch von Leistungen untereinander gefunden, sondern auch von bilateralen Kooperationen und Verbundprojekten im Bereich F&E. Weiter so!

GMA-Werkstoffprüfung GmbH ▪ Bürgermeister-Wegele-Str. 12 ▪ 86167 Augsburg ▪ Tel.: +49 (0)821 56747-270 ▪ www.gma-group.com

### Hybride Prozesse und Werkstoffe für leichtere Elektrofahrzeuge

**Im Gemeinschaftsprojekt LEIKA – Leichtbau-Karosserien – entwickelten Wissenschaftler und Industriepartner des Forschungs- und Technologiezentrums für ressourceneffiziente Leichtbaustrukturen der Elektromobilität (FOREL) eine neuartige Bauweise für Elektrofahrzeuge. Dabei spezialisierten sie sich auf Hybridwerkstoffe aus Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) und Metall.**

Ziel des LEIKA-Projekts war es, die Strukturmasse in Elektrofahrzeugen durch den Einsatz neuartiger Hybridwerkstoffe zu verringern. Ein Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten war die Herstellung einer multifunktionellen Fahrzeugbodenstruktur in komplexer Form für die Aufnahme von Elektroenergie-Speichersystemen.

#### Kunststoff trifft Metall

Die Projektpartner kombinierten metallische Deckschichten aus Stahl oder Magnesium mit einem Faserverbundkern mit PA6-Matrix zu neuartigen hybriden Metall-FKV-Materialien. In einem Sandwichaufbau nutzten sie optimal die positiven werkstofflichen und technologischen Eigenschaften beider Verbundkomponenten. Neben effizienten Methoden zur praxisgerechten Strukturauslegung unter statischer und dynamischer Belastung wurden in diesem Projektabschnitt vor allem durch die Kombination etablierter Prozesstechniken – Umformen und Spritzguss – passende neue Fertigungstechnologien entwickelt und aufgebaut.

#### Neue Kombinationen

Anhand einer Bodenstruktur für Elektrofahrzeuge zeigten die Partner im LEIKA-Projekt das Leichtbaupotenzial der neuartigen Hybridwerkstoffe und die Möglichkeiten eines kombinierten Press- und Hinterspritz-Prozesses. Eine Schnellhubpresse im Prozess-Entwicklungszentrum des ILK war die Basis, aus der die Firma KraussMaffei eine bauhöhenreduzierte Bolt-On-Anlage mit einem SP 12000 Spritzaggregat entwickelte und installierte.

Mit dieser Anlagentechnik war es möglich, die FKV-Metall-Hybridwerkstoffe in einem Schritt umzuformen und zu hinterspritzen. Die daraus abgeleitete Prozess- und Strukturqualität zusammen mit den zu erreichenden Taktzeiten von deutlich unter zwei



*Die Bodengruppe aus dem Projekt LEIKA kombiniert Stahl, FVK, Magnesium und faserverstärkte Spritzgussteile.*



*Im Prozess-Entwicklungszentrum am ILK setzten die FOREL-Wissenschaftler den im LEIKA-Projekt konzipierten kombinierten Press- und Hinterspritz-Prozess um.*

Minuten untermauerten das theoretische Potenzial einer solchen Hybridisierung sowohl auf Werkstoff- als auch auf Fertigungsseite.

Weitere Informationen:  
[www.plattform-forel.de/leika](http://www.plattform-forel.de/leika)

**Dr. Christian Paul,**  
TechCenter Carbon Composites,  
thyssenkrupp AG, Kesselsdorf,  
Telefon +49 (0) 351 / 320 39 215,  
[christian.paul4@thyssenkrupp.com](mailto:christian.paul4@thyssenkrupp.com),  
[www.thyssenkrupp.com](http://www.thyssenkrupp.com)

**Dr.-Ing. Jörn Jaschinski,**  
Institut für Leichtbau und  
Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden,  
Telefon +49 (0) 351 / 463-381 48,  
[joern.jaschinski@tu-dresden.de](mailto:joern.jaschinski@tu-dresden.de),  
[www.tu-dresden.de/mw/ilk](http://www.tu-dresden.de/mw/ilk)

Im Projekt LEIKA arbeiteten federführend die thyssenkrupp AG TechCenter Carbon Composites gemeinsam mit dem Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden. Weitere Partner waren thyssenkrupp Magnesium Flachprodukte GmbH, thyssenkrupp Steel Europe AG, Frimo-Group GmbH, inpro mbH, Kirchhoff Automotive GmbH, KraussMaffei GmbH, Institut für Kraftfahrzeuge (ika) der RWTH Aachen, Institut für Metallformung (imf) der TU Bergakademie Freiberg, Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) der TU Dortmund und Laboratorium für Werkstoff und Füge-technik (LWF) der Universität Paderborn.

### Faserdirektablageverfahren für Harzinjektionstechnologien in Serie

**Um hochwertige Composite-Bauteile in einer automobilen Großserie einzusetzen, muss ein gewisses Kosten-Niveau erreicht werden. Die hierfür notwendige Anlagentechnologie entwickelte Voith Composites, das Kompetenzzentrum für Faserverbundbauteile des Voith Konzerns in Garching bei München, und brachte sie auch gleich in einer vollverketteten Fertigungslinie zur Serie.**

Fünf Jahre dauerte es insgesamt, um die neue Serien-Anlage zu entwickeln. Der Voith Roving Applikator verarbeitet im Faserdirektablageverfahren kostenintensive CF-Garne „unveredelt“ als Halbzeug (Abb. 1). In der Anlage wird ein endkonturnaher Stack hergestellt und in einer vollverketteten Fertigungslinie zur Preform verarbeitet.

#### Integrierte Arbeitsschritte

Die textile Konfektion zu einem CF-Band, das Aufbringen eines Bindermaterials sowie eine Bandbreitenkontrolle zur Fehlervermeidung im Stack wurden in die Anlage integriert und können anwendungsspezifisch parametrierbar werden. Die Handhabung bzw. Wertschöpfung über weitere Zwischenerzeugnisse, wie zum Beispiel Gelege oder Bänder, entfällt. Das ermöglicht eine effiziente Herstellung mit einem Minimum an Verschnitt und hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit.



Das Ablegen der CF-Bänder in definierter Länge auf einem Trägersystem erfolgt über ein spezielles Greifer-/Positionierungssystem mit integrierter Schneidkinematik (Abb. 2). Ein rotierender Tisch (360°) unter dem Greifersystem erlaubt es, beliebige Lagenorientierungen oder lokale Verstärkungsbänder zu realisieren.

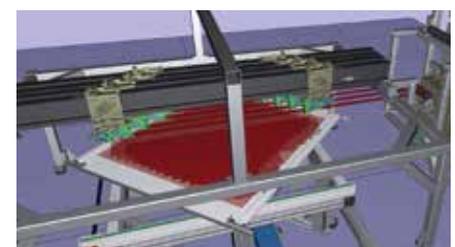
#### Wenn es mehr sein soll

Mit einem Fokus auf den Ersteinsatz in einer Automobilgroßserie wurde das Verfahren konsequent auf eine hohe Anlagenverfügbarkeit ausgelegt – mehrere Anlagen können simultan die benötigte Austragsleistung erbringen (Abb. 3). Die Vernetzung bzw. Automatisierung innerhalb der Fertigungslinie folgt dabei neuesten I-4.0-Standards. Neue Legeprogramme können vorab mit einem virtuellen Zwilling simuliert und getestet werden (Abb. 4).

Durch ihren modularen Aufbau kann die Anlage auch auf zukünftige andere Anwendungen angepasst werden. Eine Änderung zum Beispiel der textilen Konfektion je nach Anforderung und Halbzeug ist durch einen Austausch einzelner Module möglich. Die Ausbringungsmenge kann durch Duplikation bzw. Konfiguration einzelner Greifersysteme an unterschiedliche Stückzahlbedarfe angepasst werden. Seine reiche Erfahrung als Hersteller von Composite Bauteilen in Großserien und im Sondermaschinenbau will Voith für weitere Entwicklungen nutzen.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Michael Kaiser,**  
Voith Composites GmbH & Co. KG, Garching,  
Telefon +49 (0) 89 / 320 01-800,  
composites@voith.com,  
www.voith.com/composites-de



### 3D-Digitalisierung, Prozess- und Fehlerkontrolle für CFRP-Bauteile

**Messsysteme des nordrhein-westfälischen Anbieters Apodius sind bereits in der Produktion trockener Faserverbundbauteile etabliert und werden vor allem in der Automobilindustrie zur Maschineneinstellung und statistischen Prozesskontrolle eingesetzt. Mit dem neuen AVS 3D System erweitert die Apodius GmbH ihr Standardsystem AVS 2D um die dritte Dimension.**

Die Markteinführung des AVS 3D Systems ist für den 14. März 2017 auf der JEC World Paris geplant. Bei der Entwicklung wurde insbesondere auf eine optimale Kombination von Textur- und Geometriemessung geachtet, die für eine vollständige Digitalisierung von kohlenstofffaserverstärkten Bauteilen von entscheidender Bedeutung ist.

#### 3D-Geometrie und Faserlage

Die Grundlage bildet ein globales Referenzsystem mit präziser Positions- und Ausrichtungsgenauigkeit, mit dem lokale Geometrie- und Faserorientierungsmessungen kombiniert und Bauteile digitalisiert werden können. Erstmals wird bei dem neuen System ein ROMER Absolute Arm als Referenzsystem mit einem 3D-Orientierungsmesssystem kombiniert. So realisiert Apodius Synergieeffekte, die die komplementären Eigenschaften beider Systeme – Erfassen dreidimensionaler Geometrien und lokaler Faserorientierungen von Bauteilen – bestmöglich nutzbar machen.

#### Visualisierung und Auswertung

Mit dem integrierten Laserlichtschnittsensor werden die geometrischen Attribute des Bauteils gescannt und eine Punktwolke generiert, anhand derer die Geometrie mit einer Genauigkeit von  $<0,214$  mm gemessen werden kann. Für die anschließende optische Aufnahme der Oberflächenstruktur finden eine spezielle Kamera und Beleuchtung Verwendung, wodurch eine hochqualitative Bauteilaufnahmen sicherstellt wird. Die Auswertung der Messergebnisse erfolgt mittels AVS Explorer, einer ebenfalls von Apodius entwickelten, innovativen Softwarelösung, die den Messprozess in Echtzeit visualisiert und die Messergebnisse automatisch auswertet. Im Anschluss an die Messung stehen dem Anwender verschie-

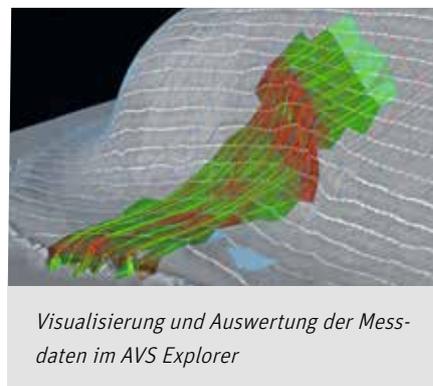


*AVS 3D: handgeführtes Messsystem zur Bauteildigitalisierung, Fehlerdetektion und Soll-Daten-Abgleich*

dene Quality Tools zur Verfügung, die eine Fehlerdetektion und Bauteilanalyse sowie einen Soll-Daten-Abgleich mit Masterbauteilen oder -daten ermöglichen.

Weitere Informationen:

**Apodius GmbH**, Aachen,  
Telefon +49 (0) 241 / 927 87 75-10,  
info@apodius.de,  
www.apodius.de



*Visualisierung und Auswertung der Messdaten im AVS Explorer*

**JEC world**  
International Composites Event  
Paris, March 14-15-16-2017

Halle 6  
D69



Cooler Kotflügel als Koproduktion

## MIT VEREINTEN KRÄFTEN

AUTOMOBIL

### Punktgenauer Fräsprozess für kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK)

**Einen bestmöglichen Fräsprozess für sensible CFK-Werkstoffe erarbeiteten gemeinsam die Fachkräfte der beiden Unternehmen ubc und Hufschmied. Ersteres ist bekannt als feste Größe im Carbon-Geschäft und leistungsfähiger Partner der Automobilindustrie, letzteres als Ideenschmiede für Werkzeuge selbst für sehr knifflige Fertigungsprozesse.**

Im Rahmen eines anspruchsvollen Serienprojekts für die Porsche AG bündelten sich die praktische Erfahrung von ubc in Konstruktion und Fertigung mit dem Werkzeug-Know-how von Hufschmied zu einem innovativen Ganzen.

#### Moderne Motorsporttechnik

Für den Porsche 911 GT 3 RS fertigt ubc neben der Fronthaube auch die vorderen Kotflügel mit Tankdeckel aus CFK in Serie. Die Radhäuser des „Schwabenpeils“ werden über zwölf integrierte Lamellen – so genannte Louver – entlüftet, was auch Überdruck und Auftrieb durch die drehenden Räder mindert.

Die Lüftungsschlitze liegen sichtbar über den Vorderrädern. Die Anordnung verlangt höchste Oberflächenqualität und Passgenauigkeit, denn die komplexen CFK-Teile werden als Prepreg im Autoklav produziert und zusammgebaut mit anderen, die im Press- und Kunststoffspritzgussverfahren hergestellt werden. Als Systemlieferant liefert ubc täglich bis zu 22 fertig lackierte Fahrzeugsätze just in sequence, 5500 Fahrzeuge in anderthalb Jahren. Das geht nur mit Bestleistung im Fräsprozess.

#### Ein Fall für Hufschmied

Gefräst werden in größter Präzision die Konturen, Ausschnitte und Anlageflächen der Bauteile. Ein Fräszentrum mit Wechseltisch ermöglicht maximale Ausbringung und geringe Rüstkosten, auch weitere Anforderungen wie kostenoptimale Fertigung durch schnelles und verschleißarmes Fräsen und ein stabiler Prozess mit bestmöglicher Beschnittqualität sind erfüllt.

Für die lackierten Oberflächen Class A muss die Schnittkante glatt, faser- und delaminationsfrei sein. Jede Aussplitterung in der Kante würde die Oberfläche zerstören. Der Fräser T-REX Typ 194 verhindert das. 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 Effizienz an. Die nanokristalline, extrem harte Diamantschicht DIP des 97DC ist genau auf CFK-Zerspannung ausgerichtet: Sie ist extrem glatt und lässt deshalb nicht zu, dass sich Mahlgut in der Oberflächentopografie festsetzt und so das Werkzeug abstumpft.

Für die Klebespalte setzen die Projektpartner auf einen Sonder-Vollradiusfräser vom Typ O67HOR. Seine spezielle Werkzeuggeometrie hinterlässt eine sehr glatte, homogene Oberfläche, die nicht durch Stäube oder Faserabsplitterungen verunreinigt wird.

So verläuft der gesamte Fertigungsprozess insgesamt wie am Schnürchen: Bisher sind 3500 dieser Rennwagen auf den Straßen unterwegs – dank 500 PS und hochpräziser Karosserieteile aus CFK mit bis zu 300 Kilometer pro Stunde.

Weitere Informationen:

**Ralph R. Hufschmied,**  
Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH,  
Bobingen,  
Telefon +49 (0) 82 34 / 96 64-0,  
info@hufschmied.net,  
www.hufschmied.net

**Magnus Oloffson,**  
magnus.olofsson@ubc-gmbh.com,  
www.ubc-gmbh.com

**JEC world**  
International Composites Event  
Paris, March 14-15-16-2017

Halle 6

Q49

Neue Generation thermoplastischer Faserverbunde eignet sich auch für Sichtbauteile

**Einen neuartigen hochwertigen Faserverbundwerkstoff auf Basis eines amorphen Matrixsystems entwickelten die Fachleute der Ineos Styrolution Group GmbH sowie der Forschungseinrichtungen Neue Materialien Bayreuth GmbH und Neue Materialien Fürth GmbH. Er ermöglicht Faserverbundbauteile mit herausragender Oberflächenqualität und verbesserten mechanischen Eigenschaften.**

Thermoplastische Faserverbundkunststoffe weisen ein außerordentliches Leichtbaupotenzial auf und sind aufgrund der erreichbaren kurzen Prozesszeiten für den Einsatz in Großserien prädestiniert. Bisher am Markt befindliche Halbzeuge mit teilkristallinen Matrixmaterialien (Polyamid oder Polypropylen) weisen gute mechanische Eigenschaften auf, jedoch erlaubten die erzielbaren Oberflächenqualitäten bisher nicht den Einsatz für Sichtbauteile etwa im Automobilbau.



*Türverkleidung, hergestellt aus dem SAN-basierten Faserverbundwerkstoff StyLight*

### Makelloser Glanz

Im Rahmen einer wissenschaftlich-unternehmerischen Forschungs Kooperation wurden neue Organobleche auf Basis eines schwindungsarmen, modifizierten SAN-Matrixsystems entwickelt. Die Materialien erweitern den Einsatzbereich von thermoplastischen Faserverbundkunststoffen durch eine verbesserte Oberflächenqualität. Darüber hinaus weisen sie eine Dimensionsstabilität bis zu einer Temperatur von 110 Grad Celsius auf.

Erstmals vorgestellt wurde der neue Faserverbundkunststoff unter dem Markennamen StyLight\* auf der K 2016 im vergangenen Jahr in Düsseldorf.

### Sichtbar im Innenraum

Das herausragende Potenzial der innovativen Halbzeuge zeigt eindrucksvoll ein Türverkleidungs-Demonstrator. Der Technologiedemonstrator wurde im Technikum der Neue Materialien Bayreuth GmbH gefertigt. Dabei wurden die Verarbeitungsparameter für das neue Material sowie die erzielbare Oberflächenqualität und die Kombination mit Dekorfolien evaluiert.

Das Resultat ist eine Automobil-Türverkleidung, die sowohl den mechanischen Anforderungen an ein Strukturbauteil als auch den ästhetischen Ansprüchen an ein Sichtbauteil genügt. Neben der Anwendung im Mobilitätsfeld (Auto, LKW, Motorrad) wird

der Einsatz von StyLight in der Elektronikindustrie, etwa als Gehäuse von Tablets oder Smartphones, sowie in der Medizin- und Sportindustrie angestrebt. Der Demonstrator ist auf der JEC World am Stand der Neue Materialien Bayreuth GmbH zu finden.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Karthick Selvaraj**,  
Wiss. Mitarbeiter,  
NMB – Neue Materialien Bayreuth GmbH,  
Telefon +49 (0) 9 21 / 507 36-346,  
karthick.selvaraj@nmbgmbh.de,  
www.nmbgmbh.de



## IHRE NEWS – UNSER SERVICE



Redaktionsschluss für das nächste Carbon Composites Magazin ist der **12. Mai 2017**.

Gerne können Sie uns als Mitglied des CCeV Ihre Meldungen und Berichte schon vorher zusenden. Besonders anregen möchten wir Beiträge zum diesjährigen Jahresthema ‚Design‘. 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:

**Elisabeth Schnurrer**,  
Telefon +49 (0) 8 21 / 26 84 11-04,  
mobil +49 (0) 151 / 15 684 685,  
redaktion@carbon-composites.eu



### Isoliert und sicher – GFK-Welle als Fassadenbefestigung von morgen

**Herkömmliche Fassadenbefestigungselemente aus Metall müssen die Dämmung durchdringen und bilden dadurch Kältebrücken aus. Hier setzt das Forschungsprojekt „GFK-Welle“ zur Entwicklung eines verbesserten Fassadenbefestigungselements an. Im Projekt arbeitet das Institut für Verbundwerkstoffe mit dem Fachgebiet Massivbau der TU Kaiserslautern und den Firmen Kappema GmbH und Martin Schwarzenbeck & Co. zusammen.**

Das Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) untersucht unter anderem mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) die Auswirkungen verschiedener Lasten auf das zu entwickelnde glasfaserverstärkte Verbindungselement (GFK-Welle, vgl. Abb. 1). Die GFK-Welle stellt dabei das Verbindungselement zwischen der tragenden, inneren Wand und der Fassade-Vorsatzschale dar. Dabei bildet sie im Gegensatz zu metallischen Verbindungselementen keine Kältebrücke.

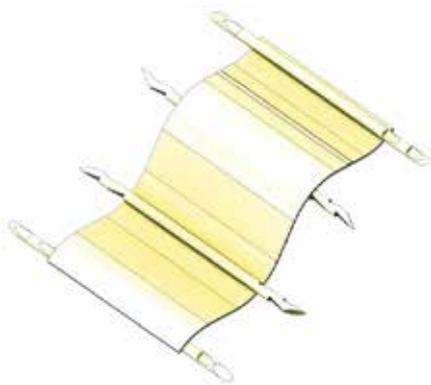


Abb. 1: CAD-Modell der GFK-Welle

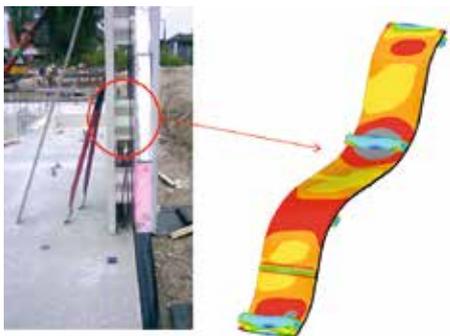


Abb. 2: GFK-Welle im eingebauten Zustand (li.) und Dehnung der GFK-Welle unter Scherbelastung (re.)

#### Material im Computer

Die besondere Herausforderung bei der Berechnung im Finite-Elemente-Modell liegt in der Modellierung der Anbindung zwischen Beton und GFK-Material.

Da die Stabenden und die Kanten der GFK-Welle in den Beton eingebunden werden (Abb. 2), muss hier ein entsprechendes Materialmodell implementiert werden, das sowohl den Kontakt zwischen GFK und Beton, als auch das quasi plastische Verhalten des Betons durch das Auftreten geringer Betonabplatzungen bei hoher Belastung der Welle realistisch simuliert. Dazu wurden am Fachgebiet Massivbau der TU Kaiserslautern Versuche an Fassadenelementen durchgeführt. So konnte sichergestellt werden, dass die gewählte Modellierung realistische Werte liefert (Abb. 3).

Weitere Informationen:  
TU Kaiserslautern,

**Dr.-Ing. Nicole Motsch**,  
Kompetenzfeldleiterin Bauweisen,  
Institut für Verbundwerkstoffe (IWU),  
Kaiserslautern,  
Telefon +49 (0) 631 / 20 17-423,  
nicole.motsch@ivw.uni-kl.de

**Dipl.-Ing. Arnaud Pavis d'Escurac, M.Eng.**,  
Wiss. Mitarbeiter, FB Bauingenieurwesen,  
TU Kaiserslautern,  
Telefon +49 (0) 631 / 205-30 84,  
arnaud.descurac@bauing.uni-kl.de

**Jürgen Bauer**,  
Kappema GmbH, Teisendorf,  
Telefon +49 (0) 88 03 / 63 00-120,  
+49 (0) 152 / 226 99-714,  
sales@kappema.com

**JEC world**  
International Composites Event  
Paris, March 14-15-16-2017

Halle 5A  
G63

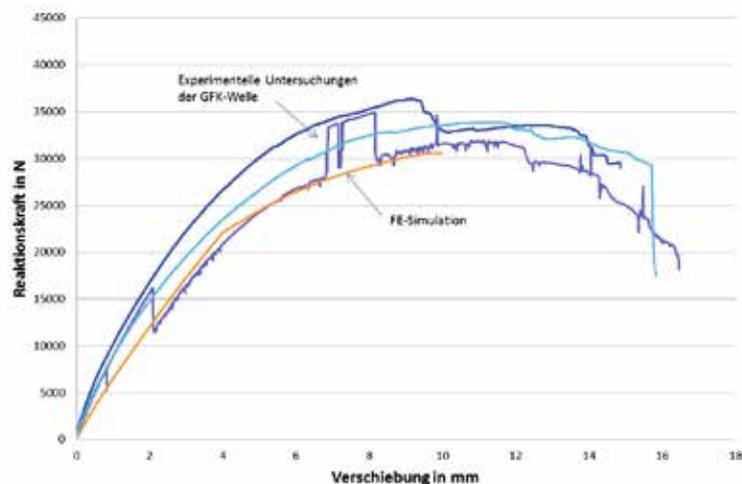


Abb. 3: Vergleich der Ergebnisse aus Experiment und FE-Simulation

Das Projekt „GFK-Welle“ unterstützt im Unterauftrag der Kappema GmbH das ZIM-Projekt „Entwicklung von tragenden, kernisolierten Doppelwänden durch den Einsatz einer neuartigen GFK-Welle“ (KF3251301HF3), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.



Foto: HTWK Leipzig

So könnte Cube aussehen:  
Virtueller Vorentwurf einer möglichen Kubatur

# AUFBAUARBEIT

## BAUWESEN

### Cube – das weltweit erste Carbonbetonhaus entsteht in Dresden

**Den Deutschen Zukunftspreis, den Preis des Bundespräsidenten für Technik und Innovation, gewannen Ende 2016 die Carbonbetonforscher Manfred Curbach, Chokri Cherif und Peter Offermann. Das lange Zeit vermeintliche „Schmuddelkind“ Beton hat in seinem modernen Gewand die hochkarätige Jury überzeugt. Nun ist es Zeit, neue Ideen umzusetzen – etwa ein Musterhaus aus Carbonbeton.**

Die Immobilienwirtschaft boomt. In vielen deutschen Städten wird fleißig gebaut, auch in Dresden. So soll in der sächsischen Landeshauptstadt das weltweit erste Haus aus Carbonbeton entstehen und als Bürogebäude und Versuchsstand für Langzeitbeobachtungen unter realen Nutzungsbedingungen dienen.

Der Baubeginn ist für 2019 geplant. Der Zeitplan sieht vor, bis Mitte 2017 die genauen Entwürfe und Pläne zu präsentieren. 2017 und 2018 werden dann die notwendigen Bauteile entwickelt und Untersuchungen für die bauaufsichtliche Zulassung durchgeführt. Unter dem Namen Cube soll das Haus als Musterbeispiel die Eigenschaften des preisgekrönten Materials Carbonbeton veranschaulichen: sparsam, schonend, schön.

#### Sparsam

Den Forschern ist es gelungen, mit Carbonbeton eine korrosionsbeständige und ressourcensparende Alternative zum herkömmlichen Stahlbeton zu entwickeln. Unter Carbonbeton versteht man einen Verbundwerkstoff aus Kohlenstofffasern, die dünner sind als das menschliche Haar, und einem speziellen Hochleistungsbeton. Carbon ist nicht nur tragfähiger und leicht-

ter als Stahl – auch bezüglich des Preises stehen beide Materialien mittlerweile auf Augenhöhe. Anfang 2016 setzte sich beispielsweise im Ausschreibungsverfahren für die Instandsetzung der historischen Bahnbrücke in Naila Carbonbeton gegen Stahlbeton durch, da die Lösung mit Carbonbeton 10 Prozent günstiger war. Außerdem konnten bei dieser Baumaßnahme etwa 80 Prozent des Materials eingespart werden.

#### Schonend

Die Bauwirtschaft gehört zu den größten CO<sub>2</sub>-Emittenten und ist für etwa 40 Prozent des Energieverbrauchs weltweit verantwortlich. Mit Carbonbeton kann deutlich dünner gebaut werden, entsprechend weniger Zement, Sand, Kies und Wasser werden benötigt.

#### Schön

Durch die freie Formbarkeit in Kombination mit Schlankheit eröffnet sich Architekten und Bauingenieuren eine neue Welt des Gestaltens und das unter gleichzeitiger Erfüllung bautechnischer Anforderungen. Der Einsatz von Carbonbeton wird die gebaute Umwelt künftig zunehmend schöner werden lassen.



Foto: Jörg Singer

Bereits realisierte Carbonbeton-Fassade eines Gebäudes der TU Dresden

Weitere Informationen:  
**C<sup>3</sup> – Carbon Concrete Composite e. V.**,  
Dresden,  
post@bauen-neu-denken.de,  
www.bauen-neu-denken.de

### Effizientere Hochtemperatur-Wärmebehandlung durch neue Werkstoffkonzepte

**Oxidkeramische Verbundwerkstoffe eignen sich aufgrund ihrer hervorragenden thermomechanischen Eigenschaften gut für Anwendungen im Hochtemperaturleichtbau in stark korrosiven, oxidierenden Atmosphären bei Temperaturen von über 1000 Grad Celsius. Als etablierter Hersteller arbeitet Schunk Carbon Technology konsequent daran, Material und Technik für den großflächigen industriellen Einsatz attraktiv zu machen.**

Ein Hauptanwendungsgebiet oxidkeramischer Verbundwerkstoffe (Ox/Ox) sind Trägersysteme zur Wärmebehandlung von Metallen. Von Vorteil sind Leichtbaukonzepte, die durch dünnwandige Strukturen die Totmasse im Ofen reduzieren und schnellere Aufheizraten ebenso wie schnelle Abkühlraten ermöglichen.

#### Tragfähig

Das Chargiergestell aus Ox/Ox (Abb. 1) wird sowohl mit Wickeltechnologien als auch im Prepregverfahren hergestellt. Die vier Stützen werden aus gewickelten Rohrsegmenten zusammengesetzt. Die drei Etagen aus gewebeverstärkten Ox/Ox-Platten können anforderungsgerecht mittels Wasserstrahlschneiden bearbeitet werden, um die Durchströmbarkeit zu verbessern oder um das Bestücken und Fixieren des Produktes zu erleichtern.

Eine weitere interessante Option sind Hybridstrukturen, insbesondere in reduzierender Atmosphäre im Bereich von 1300 Grad Celsius. Dünne Auflagen aus oxidkeramischen Verbundwerkstoffen dienen als Diffusionssperre und können ein Aufkohlen des Produktes während der Wärmebehandlung effektiv verhindern. Dieses Werkstoffkonzept bietet ein sehr hohes Hochtemperatur-Leichtbaupotenzial, was einen wichtigen Beitrag zur Energie- und Ressourceneffizienz von thermischen Prozessen liefert.

#### Energieeffizient

Eine Leichtbaualternative zu konventionellen Ventilator-Lüfterrädern aus metallischen Werkstoffen sind Lüfterräder aus C/C (Abb. 2). Die leichteren Lüfter lassen auch bei mittleren Prozesstemperaturen bis 900 Grad Celsius eine weitere Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit zu. Auch hal-



Abb. 1: Chargiergestell aus oxidkeramischen Verbundwerkstoffen (500 x 600 mm<sup>2</sup>)

ten sie den hohen thermomechanischen Belastungen stand, entsprechend seltener treten Kriechverformungen, Verzug und Ausfall der Komponenten auf.

In unternehmenseigenen Thermoprozessanlagen sind Composite-Lüfterräder mit einem Durchmesser von 590 Millimeter seit über 25.000 Betriebsstunden ohne Ausfall oder nachträgliche Ausbesserungsarbeiten bis 1100 Grad Celsius im Einsatz. In der Weiterentwicklung mit Instituts- und Industriepartnern sollen Effizienz und Wärmebehandlung in Simulationen und real ebenso betrachtet werden wie neue Design- und Fertigungskonzepte, sodass eine kosteneffiziente Serienproduktion möglich wird.

Weitere Informationen:

**Dr. Roland Weiß,**  
Schunk Carbon Technology, Heuchelheim,  
Telefon +49 (0) 641 / 608 15 23,  
roland.weiss@schunk-group.com,  
www.schunk-carbontechnology.com



Abb. 2: C/C-Lüfterrad mit einem Durchmesser von 500 mm

Die Weiterentwicklung von Composite-Lüfterrädern wird zurzeit gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unter dem Kennzeichen 03ET1453C.

### Faserverstärkte Hybridbauweise für Hochtemperaturanwendungen

Die Lebensdauer von metallischen Druckbehälterbauteilen für Hochtemperaturanwendungen kann deutlich verlängert werden, wenn Hybridbauteile aus Stählen und keramischen Verbundwerkstoffen (CMC = Ceramic Matrix Composites) eingesetzt werden. Im Projekt „FaRo – Faserverstärkte Rohre“ arbeiten Wissenschaftler zurzeit daran, dieses innovative Materialkonzept weiterzuentwickeln.

Im Bereich metallischer Druckbehälterbauteile für Hochtemperaturanwendungen in Kraftwerken ergeben sich komplexe Beanspruchungen. Es treten Schädigungsmechanismen wie Kriechen als dominierender Effekt, Ermüden und Oxidation/Korrosion auf. Die Lebensdauer dieser Bauteile ist daher begrenzt.

Mit höherer Dampftemperatur > 650 °C und Drücken > 250 bar wären solche Anlagen effizienter. Dafür müssen aber neue Werkstoffe oder Werkstoffsysteme mit verbesserten Kriecheigenschaften entwickelt werden.

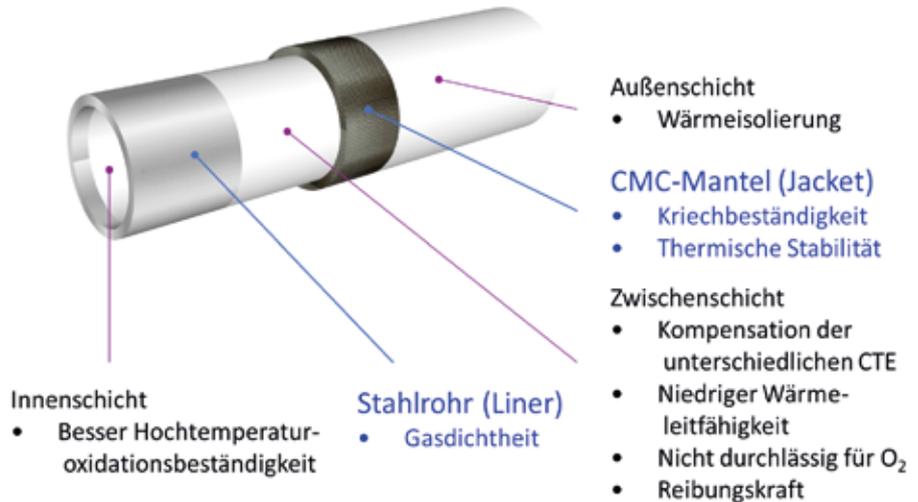


Abb. 1: Konzept eines Compoundrohrs – die Beanspruchung kann vom metallischen Liner teilweise oder sogar vollständig auf das faserverstärkte keramische Jacket verlagert werden. Das verlängert die Lebensdauer des gesamten Systems.

### Vorteilsnahme

Keramische Fasern und die auf Si-Prekursoren basierende keramischer Matrix der gefertigten Verbundwerkstoffe weisen eine

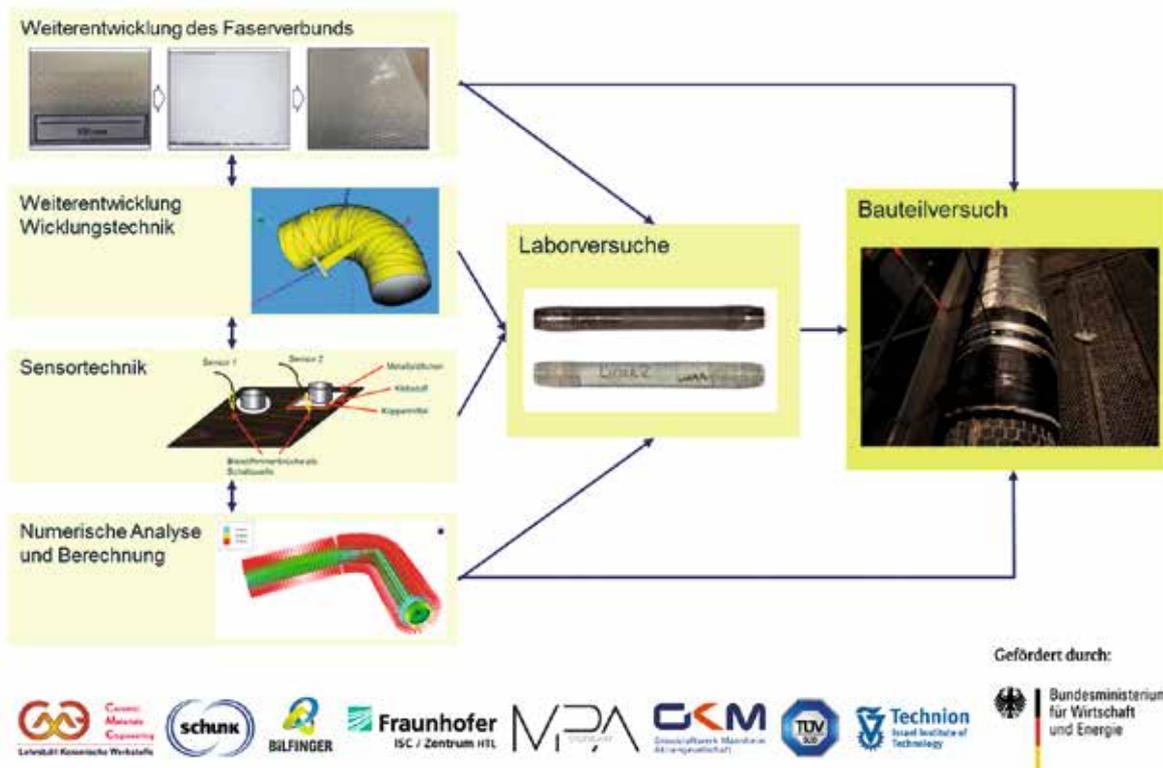


Abb. 2: Konsortium und Ablauf des Projektes FaRo. Das hier entwickelte Materialkonzept verlängert nicht nur die Lebensdauer neuer Druckbehälter mit höheren Betriebstemperaturen, sondern kann auch bei bereits vorhandenen Rohrsystemen angewandt werden.

ausgezeichnete Hochtemperaturfestigkeit auf. Allerdings sind die Verformungseigenschaften im Vergleich zu warmfesten Stählen relativ ungünstig. So bot sich die Kombination beider Werkstofftypen in einer optimierten Hybridstruktur an.

Das Grundkonzept eines solchen Werkstoffsystems für gerade Rohre entwickelten Fachleute bereits erfolgreich im Verbundprojekt „Compoundrohr“. Es besteht aus einem metallischen Innenrohr als Liner und einer oxidkeramischen faserverstärkten Ummantelung als Jacket (Abb. 1).

### Hybrides Wickeln

Dieses Hybridwerkstoffsystem wird im laufenden Folgeprojekt „FaRo“ (Abb. 2) weiterentwickelt. Ziel ist zunächst, den Faserverbund und seine Langzeiteigenschaften bei hohen Temperaturen zu optimieren.

Eine neue Herausforderung liegt in der Wickeltechnik an realen Bauteilen mit komplexeren Strukturen wie zum Beispiel einem 90°-Rohrbogen oder Rohrhalterungen. Für eine in-situ Verformungsmessung und frühzeitige Schädigungserkennung müssen neue Überwachungsmethoden entwickelt werden. Die Versuchsauslegung und Nachberechnungen erfolgen mithilfe von Finite-Elemente-Simulationen. Das ganze Werkstoffsystem wird in einer Serie von Laborversuchen überprüft und zuletzt in einem Bauteilversuch im Kraftwerk unter realen Belastungsbedingungen getestet.

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Min Huang,**  
**Dr.-Ing. Annett Udoh,**  
**Dr.-Ing. Andreas Klenk,**  
Materialprüfungsanstalt  
Universität Stuttgart,  
Telefon +49 (0) 711 / 685-639 42,  
min.huang@mpa.uni-stuttgart.de,  
www.mpa.uni-stuttgart.de

**Dr.-Ing. Nico Langhof,**  
**Prof. Dr.-Ing. Walter Krenkel,**  
Lehrstuhl Keramische Werkstoffe,  
Universität Bayreuth,  
Telefon +49 (0) 921 / 55-55 43,  
nico.langhof@uni-bayreuth.de,  
www.cme-keramik.uni-bayreuth.de

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) förderte das Verbundprojekt „Compoundrohr“ (Förderkennzeichen O3X3529B), dessen Folgeprojekt „FaRo - Faserverstärkte Werkstoffsysteme“ (Förderkennzeichen O3ET7029F) wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

## OPTIMALE LÖSUNGEN FÜR ALLE ANFORDERUNGEN

Besuchen Sie  
uns am Stand  
N56, Halle 5A



RTM-Press (2.000 to)



Großformat-RTM-Press (1.000 to)



Thermoform-Press (3.000 to)

Langzauner Gesellschaft m.b.H., 4772 Lambrecht 52, Austria  
Tel. +43 7765 / 231-0, Fax +43 7765 / 231-85  
e-mail: office@langzauner.at, [www.langzauner.at](http://www.langzauner.at)



**Langzauner**  
PERFECT

### Normung von Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix (CMC)

**Die Arbeit des Normenausschusses „Prüfung von Hochleistungskeramik – Keramische Verbundwerkstoffe (NA 062-02-94AA)“ wurde im Jahr 2016 mit der Veröffentlichung wichtiger Normen zur Prüfung von Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix belohnt. Einen wesentlichen Beitrag zu diesem Erfolg leistete die Abteilung Ceramic Composites im Carbon Composites eV. (CCeV).**

Die lange erwartete Veröffentlichung von Normen zur Prüfung von Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix (engl. Ceramic Matrix Composites – CMC) stellt einen wichtigen Etappenerfolg dar im Bestreben, Messungen zur Charakterisierung von mechanischen Eigenschaften unter Laborbedingungen zu vereinheitlichen.

Der Normenausschuss will die CMC-relevanten Normen als ISO-Standards veröffentlichen. Es liegt in der Natur der Sache, dass Abstimmungsprozeduren im Rahmen des ISO schwieriger und damit auch langwieriger sind als für die lediglich in Deutschland geltenden DIN-Normen. Die Veröffentlichung als ISO-Standard hat aber den großen Vorteil, dass die Prüfvorschriften international gültig sind. Werden die ISO-Standards bei Messungen beachtet, können die Ergebnisse aus allen Laboren weltweit einheitlich interpretiert werden.

#### Unermüdliche Arbeit der CCeV-Gremien

Zur Unterstützung der Normungsarbeit wird beim Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN) ein Spiegelgremium eingerichtet. Es koordiniert die Arbeit des deutschen Normenausschusses und die Zusammenarbeit mit den internationalen Normungsinstitutionen, insbesondere mit der International Organization for Standardization (ISO).

Finanziert wird das Spiegelgremium zum Normenausschuss NA 062-02-94AA aus dem Budget der Abteilung Ceramic Composites im CCeV und durch nennenswerte Beiträge von drei großen Mitgliedsfirmen der Abteilung, nämlich Schunk Kohlenstofftechnik GmbH in Heuchelheim, SGL Carbon GmbH in Meitingen und Airbus Innovation in Ottobrunn. Einen weiteren wichtigen Beitrag leisten Mitarbeiter der Mitgliedsfirmen über aktive Beteiligung. Den Normenausschuss leitet Obmann Dr. Achim Neubrandt vom Fraunhoferinstitut für Werkstoffforschung (IWF).

Die Abteilung Ceramic Composites im CCeV hat damit über die aktiven Mitglieder im Normenausschuss maßgeblichen Einfluss auf die internationale Normungsarbeit im Bereich der Verbundwerkstoffe mit keramischer Matrix.

#### Neue Normen

Folgende ISO-Normen zur Hochleistungskeramik wurden Ende 2016 neu beim Berliner Beuth-Verlag veröffentlicht:

##### ISO 18610: 2016-09

Mechanische Eigenschaften von keramischen Verbundwerkstoffen bei Raumtemperatur – Bestimmung der elastischen Eigenschaften durch eine Ultraschallmethode

##### DIN EN ISO 17140: 2016-10

Mechanische Eigenschaften von keramischen Verbundwerkstoffen bei Raumtemperatur – Bestimmung der Ermüdungseigenschaften bei konstanter Amplitude

##### DIN EN ISO 20504: 2016-10

Bestimmung der Eigenschaften unter Druck von endlosfaserverstärkten Verbundwerkstoffen bei Raumtemperatur

##### DIN EN ISO 14544: 2016-10

Mechanische Eigenschaften von keramischen Verbundwerkstoffen bei hoher Temperatur – Bestimmung der Eigenschaften unter Druck

##### DIN EN ISO 14574: 2016-12

Mechanische Eigenschaften von keramischen Verbundwerkstoffen bei hoher Temperatur – Bestimmung der Eigenschaften unter Zug

##### DIN EN ISO 17142: 2016-11

Mechanische Eigenschaften von keramischen Verbundwerkstoffen bei hoher Temperatur in Luft unter Atmosphärendruck – Bestimmung der Ermüdungseigenschaften bei konstanter Amplitude

##### DIN EN ISO 17161: 2016-10

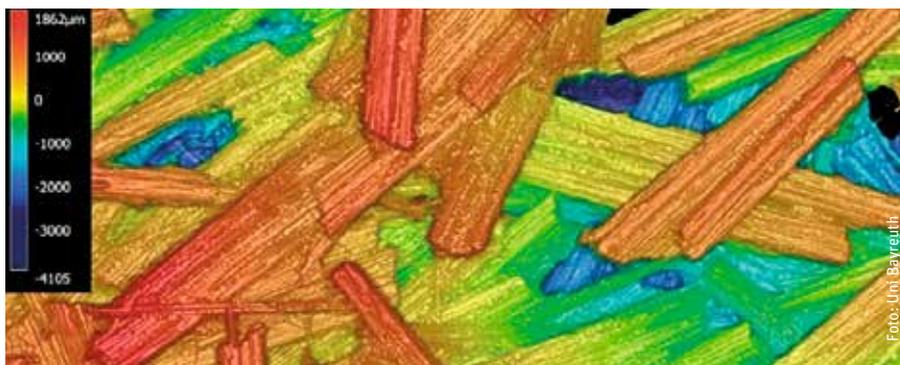
Keramische Verbundwerkstoffe – Bestimmung der Fluchtungsfehler bei mechanischen Prüfungen mit einachsiger Beanspruchung

Die Titel und Inhaltsverzeichnisse können registrierte Mitglieder auch online einsehen unter [www.carbon-connected.de](http://www.carbon-connected.de), betrieben von MAI Carbon im CCeV.

Weitere Informationen:

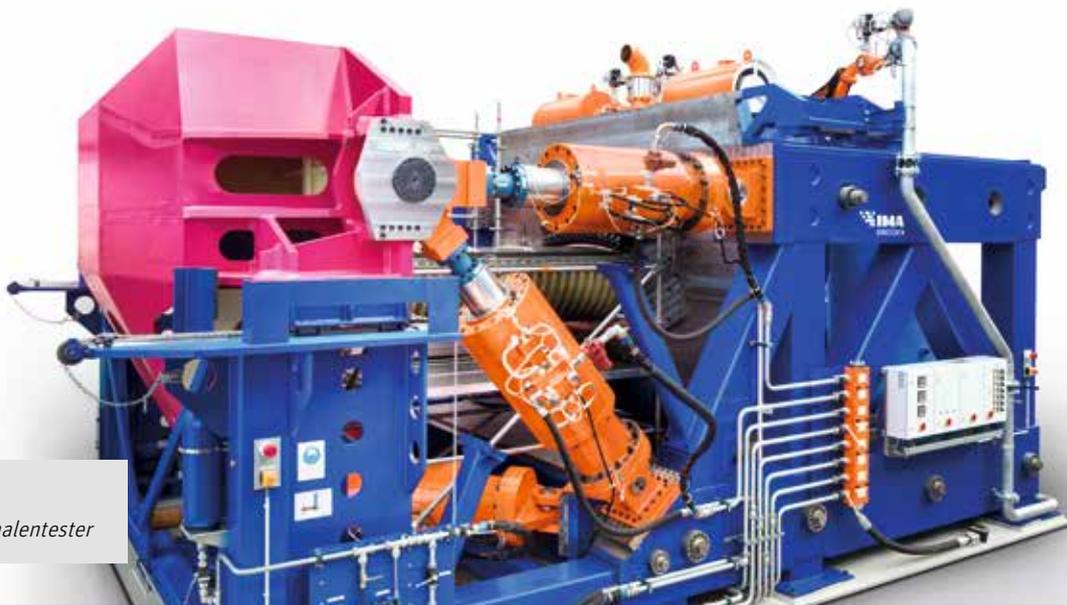
##### Dr. Henri Cohrt,

Abteilungsgeschäftsführer  
Ceramic Composites im CCeV, Augsburg,  
Telefon +49 (0) 821 / 26 84 11-02,  
+49 (0) 64 09 / 80 49 71,  
+49 (0) 151 / 22 90 13 86,  
[henri.cohrt@carbon-composites.eu](mailto:henri.cohrt@carbon-composites.eu),  
[www.ceramic-composites.eu](http://www.ceramic-composites.eu)



Grundlage: Dreidimensionale Kurzfaser-Preformen und Keramisierung im Flüssigsilizierverfahren





Bunter Riese –  
der neue IMA-Schalentester

## 5,5 TONNEN KNOW-HOW

LUFTFAHRT

Druckkasten des neuesten Schalenprüfstandes für Flugzeigrümpfe abgenommen

**Anstelle komplexer und teurer Untersuchungen an ganzen Rumpfsektionen von Flugzeugen bietet die Dresdner IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH ein validiertes Prüfverfahren an einzelnen Rumpfschalen. Den Bau der nunmehr vierten Generation dieser weltweit einzigartigen Schalenprüfstände übernahm die ortsansässige LS Korropol GmbH mit Unterstützung der Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH, Anfang 2017 wurde die Anlage abgenommen.**

Unermüdet klackern die Prüfmaschinen in der Halle der IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH in Dresden, auch an diesem kalten Januarmorgen schrauben und messen hier die Mitarbeiter, protokollieren konzentriert ihre Prüfergebnisse.

In einem Hallenschiff ist es jedoch erstaunlich ruhig. Dr.-Ing. Silvio Nebel, Head of Department Aerospace Test & Structure Technologies der IMA, weiß warum: „Heute nehmen wir hier nach erfolgreichen Testläufen den Druckkasten unseres neuen und bislang größten Schalenprüfstandes offiziell ab.“ Schalen sind jene Prüfobjekte, die die IMA-Ingenieure für ihre Kunden aus der Luft- und Raumfahrt testen.

### Pars pro toto

„Statt ganzer Rumpfsektionen von Flugzeugen“, erklärt Prof. Dr. Jens Ridzewski, Senior Principal Engineer & Business Development Manager der IMA Dresden, „untersuchen wir gekrümmte Ausschnitte – sogenannte Schalen – und schaffen hieran die entsprechenden Randbedingungen.“ Prof. Ridzewski geht einige Schritte an den neuen Prüfstand he-

ran, erst jetzt im direkten Größenvergleich wird klar, wie gigantisch groß diese innovative Prüfanlage ist. „Je nach Lage im Rumpf herrschen in den Schalen verschiedene – teils inhomogene – Schnittlastverhältnisse. Weltweit einzigartig sind die IMA-Schalenprüfstände, weil sie diese komplexen multiaxialen zyklischen Lasten hinreichend genau nachbilden.“

Ob Schalen aus Aluminium, CFK, FML oder GLARE®, ob Ober-, Seiten- oder Unterschale, ob Startphase, Flug in maximaler Höhe oder Landung, auch die nunmehr vierte Generation der IMA-Schalentester simuliert jede relevante Belastung. Die Systeme sind modular aufgebaut und dadurch flexibel an unterschiedliche Geometrien von Rumpfschalen adaptierbar und durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) akkreditiert.

### Gelungene Zusammenarbeit

Bei der Abnahme ebenfalls anwesend sind zwei Kollegen der mit dem Bau beauftragten Leichtbau-Systemtechnologien Korropol GmbH, Geschäftsführer Sammy Techritz und der Forschungs- und Entwicklungsleiter

Dipl.-Ing. Tobias Kastner. „Wir freuen uns sehr, heute die Abnahme eines der größten und komplexesten Faserverbundbauteile durchzuführen, das wir bislang im Kundenauftrag herstellen durften“, erklärt Techritz und deutet auf den gewellten Druckkasten, der im Inneren des Prüfstandes verbaut ist. „Mehr als 3,5 t Prepreg in mehr als 5.200 Zuschnitten haben wir hierin verarbeitet“, ergänzt sein Kollege Kastner stolz.

Auch Dr. Nebel von der IMA nickt zufrieden: „Wir haben einen Lieferanten gesucht, der uns sowohl hinsichtlich der fertigungsgerechten Bauteilgestaltung als auch der Produktion ein Rundum-sorglos-Paket anbieten konnte. Sorglos war das Projekt sicher nicht immer, aber heute sind wir restlos zufrieden.“

Die LS Korropol GmbH hat sich zur Bewältigung der anspruchsvollen Aufgaben im Projekt auf die Expertise der Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH (LZS) gestützt. Insbesondere zur Analyse der fertigungs- und materialbedingten Schrumpfung waren aufwändige Simulationen notwendig, die von zahlreichen Werkstoff- und Prozessversuchen begleitet waren. „Nur so konnte die LZS eine an-

gepasste Werkzeuggeometrie ableiten, die letztlich Basis eines verblüffend genauen Realbauteils war“, erläutert Techritz.

### Prüfung auf Herz und Nieren

Zu Beginn der Abnahme steigen Nebel, Techritz und Kastner in die Anlage, schauen sich alles genau an und inspizieren einige spezifische Bereiche des Druckkastens besonders intensiv. Währenddessen berichtet Prof. Ridzewski aus dem Projektalltag: „Solche Strukturen sind immer wieder eine Herausforderung, schließlich haben wir hier ein Faserverbundbauteil, das mehrere simulierte Flugzeugleben mitgetestet wird. Über viele Jahre muss der Druckkasten fehlerfrei die Tests der Prüfschalen überdauern. Selbst kleine Fertigungsungenauigkeiten könnten da verheerende Folgen haben.“

Als die dreiköpfige Prüfgruppe wieder eintrifft, gibt es noch eine Detailfrage zu klären. Die vorliegenden Akten und Dokumente helfen in diesem Fall nicht weiter, wohl aber ein Anruf beim LZS. Geschäftsführer Dr.-Ing. Ulf

Martin und Dr.-Ing. Andreas Freund, Senior Solution Architect Simulation, können nach einem kurzen Blick in die Simulationsergebnisse und CAD-Preformingdaten schnell und zufriedenstellend Auskunft geben.

Die Abnahme ist geschafft. „Das ist für uns der krönende Abschluss von zwei Jahren harter Arbeit“, freut sich Techritz und fügt an: „Groß war das Risiko, das wir im Frühjahr 2015 eingegangen sind. Nur durch die kooperative Zusammenarbeit aller Beteiligten ist dieser kühne Wurf gelungen.“



Dr. Andreas Freund und Dr. Ulf Martin vom LZS analysieren die Simulationsdaten

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Silvio Nebel,**  
Head of Department Aerospace Test & Structure Technologies,  
IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Dresden,  
Telefon +49 (0) 351 / 88 37-338,  
silvio.nebel@ima-dresden.de,  
www.ima-dresden.de

**Sammy Techritz,**  
Geschäftsführer,  
Leichtbau-Systemtechnologien Korropol GmbH, Dresden-Schönfeld,  
Telefon +49 (0) 351 / 26 31 31-0,  
sammy.techritz@korropol.de,  
www.korropol.de

**Dr.-Ing. Ulf Martin,**  
Vorsitzender Geschäftsführer,  
Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH, Dresden,  
Telefon + 49 (0) 351 / 463-394 77,  
martin@lzs-dd.de,  
www.lzs-dd.de



*The light way to success.*

### GROWTH CHAMPION 2017

Fibre-reinforced composites are the lifeblood of Composyst, literally. We use the material to manufacture critical parts for aircraft and are always seeking new, innovative applications.

Composyst GmbH is among Germany's top-ranking 500 companies with the highest growth between 2012 and 2015, according to a recent survey by FOCUS magazine and statista.

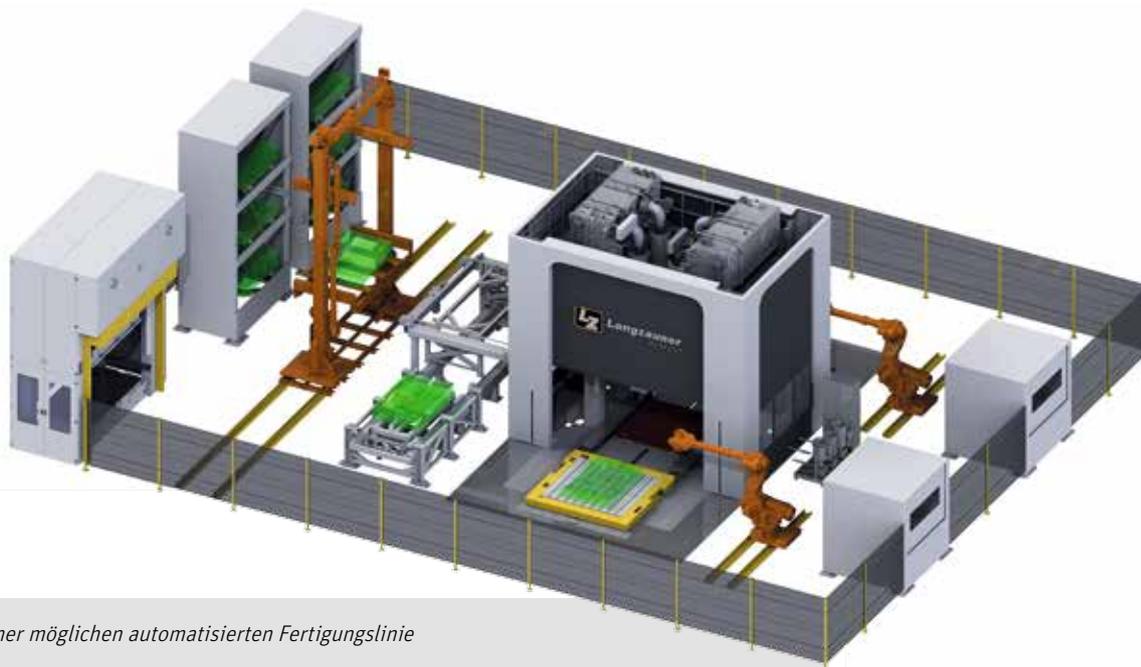


COMPOSYST GmbH, Gewerbestrasse Nord 12, 86857 Hurlach

www.composyst.com

### Spezifische Lösungen für Automatisierungsprozesse bei Luftfahrt-Zulieferern

Was bei automotiven Unternehmen bereits gang und gäbe ist, rückt nun auch bei den Tier-One-Suppliern in der Luftfahrt immer mehr ins Zentrum der Aufmerksamkeit: die automatisierte Be- und Entladung von Produktionsmaschinen im Composite Sektor. Der österreichische Maschinenbauer Langzauner bietet eine Vielzahl von Lösungen für den automatisierten Werkzeug- und Materialwechsel.



Modell einer möglichen automatisierten Fertigungslinie

Bis dato waren aufgrund der relativ langen Prozesszeiten kürzere Nebenzeiten kein großes Thema. Mittlerweile werden allerdings immer mehr Bauteile nicht mehr mittels eines manuellen Layup-Verfahrens im Autoklaven hergestellt. Es wird vermehrt versucht, auf schnellere, alternative Fertigungsverfahren wie RTM, Prepreg-Pressen, SMC, BMC oder auf thermoplastische Verfahren umzuschwenken. Durch den beschleunigten Prozess werden auch die Nebenzeiten für Material und Werkzeughandling immer interessanter.

#### Handarbeit ...

Die meist tonnenschweren Werkzeuge werden in den meisten Unternehmen mittels eines externen Hebezeuges wie zum Beispiel einem Hallenkran bewegt und teilweise sogar manuell eingerichtet. Dieser Arbeitsgang kann sich bis zu einer Stunde hinziehen, ist dabei äußerst instabil bezüglich Prozesszeit und daher auch schwer zu planen.

Auch das Materialhandling wird zunehmend ein Thema. Vor allem bei thermoplastischen Werkstoffen ist ein automatisierter Transport aufgrund der kurzen Transferzeit zwischen Vorheizstation und Presse zwingend notwendig.

#### ... vs. Automatisierung

Für den automatisierten Werkzeug- und Materialwechsel bietet Langzauner vielfältige, individuell anpassbare Lösungen. Denn nur, wenn alle maßgeblichen Systemkomponenten perfekt zusammenspielen, arbeitet eine Fertigung auch bei hochkomplexen Anforderungen leistungsstark, sicher und wirtschaftlich.

Umfassendes Know-how und modernste Automatisierungs-Tools ermöglichen es, jede Presse optimal in das anwenderspezifische Umfeld zu integrieren. Die präzise Regelung von Transfersystemen, Feedern, Lade- und Stapelsystemen sorgt für hohen Output, kompromisslose Qualität und

maximale Sicherheit in der Produktion. So werden zum Beispiel Werkzeuge im noch heißen Zustand aus der Maschine entfernt und ein bereits vorgeheiztes Werkzeug wieder automatisch positioniert und verriegelt. Die Stillstandzeit beträgt statt Stunden nur mehr wenige Minuten.

Weitere Informationen:

**Thomas Witzmann, mr. MBA,**  
Geschäftsführer,  
Langzauner GmbH, Lambrecht,  
Telefon +43 (0) 77 65 / 231-16,  
thomas.witzmann@langzauner.at,  
www.langzauner.at



### Werkzeug ist für wirtschaftliche CFK-Bearbeitung ein Schlüssel zum Erfolg

**Bei der Herstellung von Flugzeugbauteilen aus Composites spielen mechanische Verfahren wie Fräsen, Bohren und Schneiden eine wichtige Rolle. Für eine wirtschaftliche Bearbeitung stellen sich die Fragen: Welches Werkzeug ist das richtige? Welche Bearbeitungsstrategie ist produktiv? Wie teuer ist das Werkzeug? Der baden-württembergische Werkzeughersteller Mapal hat Antworten.**

Ressourcenschonendes Fliegen durch Composite-Leichtbau ist ein aktuelles Thema in der Flugzeugindustrie, viele Bauteile bestehen aus CFK und GFK. Erwünschte Eigenschaften wie hohe spezifische Festigkeit und Steifigkeit bei geringem Gewicht sowie Korrosionswiderstand und die Möglichkeit, Komponenten relativ frei formen und bearbeiten zu können, haben ihren Siegeszug maßgeblich beschleunigt.

#### Carbon ist anders

Wichtig ist das Verständnis, dass CFK ganz andere Materialeigenschaften als homogene Metalle besitzt. Bei der Bearbeitung von Composites wird das Material vor der Schneide gebrochen. Dafür ist keine Wärme nötig. Weil CFK sehr temperaturempfindlich ist, muss eine Erwärmung sogar vermieden werden.

Generell ist bei Composites eine Bearbeitung in Gegenlauf zu empfehlen, da dabei die Temperaturspitzen relativ klein bleiben. Folgende Maßnahmen können die CFK-Zerspanung weiter optimieren:

- Besonders große Spanräume der Werkzeuge, um einen optimalen Abtransport der Späne beziehungsweise Stäube zu gewährleisten.
- Werkzeug mit möglichst vielen Schneiden, für weniger Vibrationen und um mit höherem Vorschub arbeiten zu können.

#### Werkzeuge für beste Ergebnisse

Bohrer mit einem kleinen Spitzenwinkel verteilen die Axialkraft auf mehrere Lagen und sind zu bevorzugen. Ein großer Spitzenwinkel überträgt dagegen den Großteil der Belastung auf die letzten Lagen und führt daher eher zur Delamination als ein kleiner.



*Beim Fräsen von CFK-Komponenten ist es vor allem wichtig, Delamination zu vermeiden.*

Eine intelligente Alternative zu Kompressionsfräsern sind beim Endbeschnitt von CFK-Komponenten Werkzeuge mit Faserfang-Rillen, die die Fasern vor dem Schnitt quasi fixieren. Das vermeidet Delamination beziehungsweise überstehende Faserenden.

Vor diesem Hintergrund testete Mapal vier Werkzeugtypen (Vollhartmetall, CVD-diamantbeschichtetes Vollhartmetall, PKD gelötet und PKD in 3D-Form eingesintert) auch in Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit. Bezieht man die Werkzeugkosten auf die bearbeitete Frässtrecke, lag das CVD-diamantbeschichtete Werkzeug in Führung.

Es zeigt sich auch, dass die Schneide bei der CFK-Zerspanung wegen der geringen Temperaturentwicklung im Vergleich zur Metallbearbeitung weniger scharf sein kann. Deshalb funktionieren CVD-Dia-

mantschichten so gut, obwohl sie rundere Schneidkanten besitzen. Nutzt man dazu die passende Zerspanungsstrategie, wie die im Gegenlauf ausgeführte Trockenbearbeitung, spielt das Werkzeug seine Vorteile erst richtig aus.

Weitere Informationen:

**Dr. Peter Müller-Hummel,**  
Senior Business Relationship Manager  
CoC Aerospace & Composites,  
Mapal Dr. Kress KG, Aalen,  
Telefon +49 (0) 73 61 / 585-33 81,  
peter.mueller-hummel@de.mapal.com,  
www.mapal.com





Die H160 präsentiert sich als stylischer und vielseitiger ziviler Helikopter der neuesten Generation.

## HOCH HINAUS

LUFTFAHRT

Mit dem H160 stellt sich das jüngste Mitglied einer renommierten Helikopter-Familie vor

**Am Anfang stand der EC155. Der auch unter dem Namen „Dauphin (Dolphin)“ bekannte Hubschrauber hatte 1997 seinen Erstflug. Nun ist es nach Meinung des Herstellers Airbus an der Zeit, das stetig weiterentwickelte Modell durch eine hochmoderne Variante zu ersetzen, die H160.**

Die beiden ersten Prototypen der H160 befinden sich in der Flugerprobung und haben bereits mehrere hundert Stunden absolviert. Ein dritter Prototyp soll im Sommer 2017 den Flugbetrieb aufnehmen. Die Serienfertigung startet im Frühjahr 2017, wobei zunächst drei Varianten für die Bereiche „Oil & Gas“, „Public Services“ sowie „VIP“ zur Auswahl stehen.

### Leichtgewicht in der Luft

Am schwäbischen Standort Donauwörth wird die Hubschrauberzelle entwickelt und gefertigt. Konsequenterweise wurden frühere Erfahrungen im Bereich CFK auf das aktuelle Modell übertragen, das rund 15 Prozent leichter ist als der Vorgänger. Der CFK-Anteil an der Zelle der H160 liegt bei rund 75 Prozent. Das heißt, nicht nur Verklei-

dungsteile sondern auch viele Primärstrukturen bestehen aus Kohlenstofffaser.

Das macht auch die Formgebung sehr frei. Die Teile entstehen endmaßgetreu in Prepreg-Technologie mit Autoklavenhärtung und durch Resin Transfer Moulding (RTM). Ein integrales Bauteil, das später das Getriebe des Hubschraubers trägt, ist für diese Art von Technologie geradezu prädestiniert. Die integrale Bauweise spart gegenüber der konventionellen Fertigung erheblich Gewicht, da keine zusätzlichen Bauteile für das Fügen erforderlich sind.

### Passgenau auf den Punkt

Auch die analytischen Möglichkeiten zur Vorhersage der Bauteilqualität verbessern sich beständig. So lässt sich bereits im

Vorfeld ein etwaiger Bauteilverzug bestimmen und durch entsprechende Maßnahmen bei der Herstellung von formgebenden Werkzeugen oder bei der Wahl von Prozessparametern weitestgehend verhindern.

Die Folge sind verzugsarme und präzise Einzelteile bzw. integrale Bauteile, die bei Montage und Fügen deutlich weniger Zeit und Aufwand erfordern als bisher.

### Flexible Endmontage

Mit der H160 ändert sich auch der Herstellungsprozess von Hubschraubern bei Airbus. Bislang wurde ein Helikopter nahezu gänzlich an einem Standort gefertigt, nun werden mit vorausgerüsteten Modulen (MCA= Major Component Assembly) neue Wege beschritten.

Der französische Standort Marignane konzentriert sich auf die Ausrüstung des Rumpfvorderteils sowie des dynamischen Systems, Donauwörth auf die Ausrüstung des Rumpfmittelteils und das spanische Albacete auf die Ausrüstung des Heckauslegers. Diese „Hauptkomponenten“ werden nach ihrer Fertigstellung geprüft und im „Plug and Play“-Verfahren an einem der drei Standorte endmontiert. Vorteile dieser Vorgehensweise sind u.a. deutlich geringere Durchlaufzeiten sowie eine gleichmäßige Auslastung der einzelnen Standorte.

Weitere Informationen:

**Gerald Dworsky,**  
 EDDA H160 Airframe Program Manager,  
 Airbus Helicopters Deutschland GmbH,  
 Donauwörth,  
 Telefon +49 (0) 906 / 71 32 18,  
 +49 (0) 151 / 14 74 87 02,  
 gerald.dworsky@airbus.com,  
 www.airbushelicopters.com



*Dank kontinuierlicher Verbesserung der CFK-Fertigungsverfahren besteht die Zelle der H160 etwa zu drei Viertel aus Carbon.*

VISIT US: **JECworld**  
 International Composites Event  
 Paris, March 14-15-16-2017  
 Hall 5A, Stand M78

## WORLD CLASS Composite Machinery made by **Roth**



- 50 years experience
- 500 composite machines worldwide
- 30 years automation successfully implemented in large-scale production operations



**Roth Composite Machinery GmbH**  
 Werk Steffenberg • Bauhofstraße 2 • 35239 Steffenberg • Germany  
 fon +49 (0)6464/9150-0 • fax +49 (0)6464/9150-50  
 www.roth-composite-machinery.com • info@roth-composite-machinery.com



### Besonderheiten bei der Fertigung dickwandiger Faserverbundstrukturen

**Die Relevanz von dickwandigen Faserverbundstrukturen steigt sowohl im Maschinenbau, als auch in der Fahrzeugindustrie. Im Vergleich zu dünnwandigen Bauteilen ergeben sich bei der Herstellung von dickwandigen Bauteilen einige Herausforderungen. Das im sächsischen Döbeln beheimatete KVB Institut für Konstruktion und Verbundbauweisen teilt seine Erfahrungen in diesem Bereich.**

Polyadditionshärtende Matrixsysteme, wie Epoxidharze, reagieren stark exotherm. Bei großen Gebindemengen kann die Exothermie eine Kettenreaktion in Gang setzen, die Autokatalyse genannt wird. Durch lokale Harzansammlungen bei dickwandigen FVK-Strukturen kann es hierdurch zu beschleunigten Reaktions- und Aushärtezeiten kommen. Lokale Temperaturspitzen und Eigenspannungen durch inhomogene Aushärtung sind die Folge. Ein Beispiel für die Abhängigkeit der Temperaturentwicklung von der Gebindemenge zeigt Abb. 1. Exotherme Reaktionen mit Temperaturentwicklungen von bis zu 200 Grad Celsius können bei sehr dickwandigen Faserverbundbauteilen Schäden an Bauteil und Werkzeug herbeiführen.

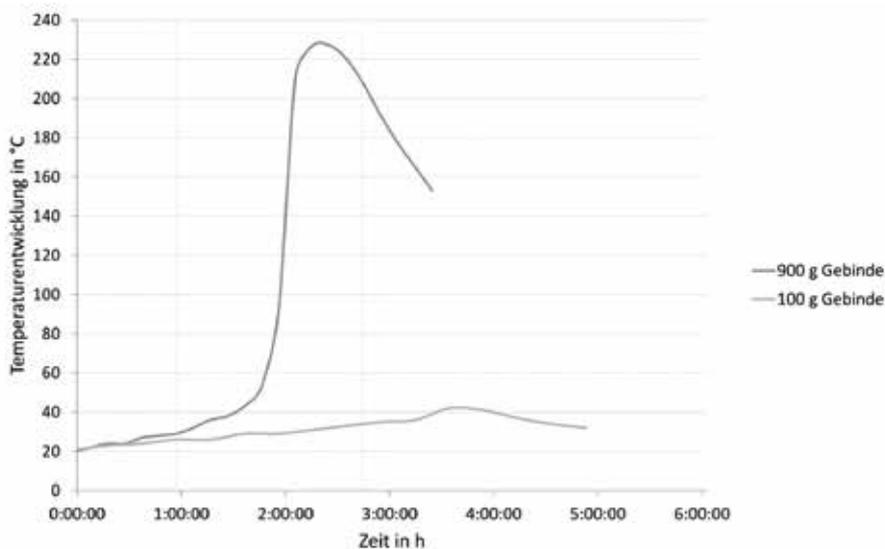


Abb. 1: Vergleich der Temperaturentwicklung über der Zeit, abhängig von der Gebindemenge eines Injektionsharzes

### Jeder Auftrag ein Unikat

Das KVB Institut für Konstruktion und Verbundbauweisen hat in der Vergangenheit zahlreiche komplexe und dickwandige FVK-Strukturen entwickelt und realisiert, etwa Schleifscheibengrundkörper (Abb. 2), hochpräzise Traversen oder Laufrollen für einen Fahrzeugprüfstand. Hierbei konnten wertvolle Erfahrungen zum Temperaturabbau und zur Vermeidung lokaler Eigenspannungen bedingt durch den Fertigungsprozess gesammelt werden. Da sich die Auswahl eines geeigneten Matrixsystems in erster Linie nach den geforderten Eigenschaften des Endproduktes richtet, wurden und werden Herstellungsprozesse und Werkzeugkonstruktionen auf die jeweiligen bauteilspezifischen, lokalen Wärmeentwicklungen angepasst.



Abb. 2: Schleifscheibengrundkörper aus einem Wickelkörper mit Stahl liner

Weitere Informationen:

**Jennifer Watzke,**

KVB Institut für Konstruktion und Verbundbauweisen gGmbH, Döbeln,  
 Telefon +49 (0) 34 31 / 73 42-597,  
 jennifer.watzke@kvb-forschung.de,  
 www.kvb-forschung.de

### Spritzgießbauteile mit Endlosfaserverstärkung und integrierter Elektronik

**Wissenschaftler der Technischen Universität Dresden entwickelten im Forschungsprojekt „TEMAG – Thermoplastische Endlosfaserverstärkte Multi-Axiale-Gitterstrukturen“ institutsübergreifend einen innovativen Herstellungsprozess für endlosfaserverstärkte Spritzgießbauteile mit integrierten elektronischen Funktionselementen.**

Mittels Spritzgießen lassen sich komplex geformte und zugleich preiswerte Leichtbaustrukturen herstellen. Durch Endlosfaserverstärkung werden die mechanischen Eigenschaften dieser Strukturen noch erweitert. Die zusätzliche Integration von Funktionselementen vergrößert das Eigenschaftsspektrum endlosfaserverstärkter Bauteile nochmals.

#### Textile Hochleistungsgitter als Träger

Allerdings ist die Positionierung der Funktionselemente, ihrer Leitungen für die Energie- und Signalübertragung sowie der Steckkontakte im Spritzgießwerkzeug wegen des großen Drucks und der hohen Temperatur beim Einspritzvorgang eine große Herausforderung. Die Dresdner Wissenschaftler nutzten textile Hochleistungsgitter als mechanische Verstärkung der Spritzgießbauteile und entwickelten sie zu Trägern der elektronischen Komponenten weiter. Mit diesem Verfahren ist die effiziente Herstellung fester, leichter und intelligenter Bauteile möglich.

#### Geniale Doppelfunktion

Die Wissenschaftler des Instituts für Textilmaschinen und textile Hochleistungswerkstofftechnik gestalteten die Hochleistungsgitter gemäß den Anforderungen und fertigten sie auf Basis von Hybridgarnen. Dabei wurden individuell Drähte als Leitungen für Energie- und Signalübertragung zugeführt. Das Halbzeug wurde thermisch vor-



*Im Projekt TEMAG entwickelte Fahrzeug-Heckklappe, die im Spritzgießverfahren mit Endlosfaserverstärkung und Funktionselementen hergestellt wird. Der Technologieträger ist mit einem Touch-Sensor und einer Bremsleuchte ausgestattet.*

konsolidiert und anschließend konfektioniert und umgeformt – entsprechend der Geometrie des späteren Bauteils.

Die Forscher des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik entwickelten passende Funktionselemente, wie Sensoren, LEDs und Steckkontakte. Diese wurden auf den Trägern so angebracht, dass sie den Prozessbedingungen während des Spritzgießens standhalten und zu den im Hochleistungsgitter eingebrachten Drähten kontaktiert werden können.

#### Präsentation auf der JEC World 2017

Den neu entwickelten Fertigungsprozess demonstrieren die Forschungspartner am Beispiel einer Fahrzeug-Heckklappe. Dazu wurde die Gitterverstärkung belastungsge- recht ausgelegt und drapiert sowie mit einem Touch-Sensor ausgestattet. Der pro-

totypische Technologieträger wird auf der Messe JEC World präsentiert.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Martin Pohl**,  
wiss. Mitarbeiter,  
Institut für Leichtbau und Kunststoff-  
technik (ILK), TU Dresden,  
Telefon +49 (0) 351 / 463-378 05,  
martin.pohl@tu-dresden.de

**Dipl.-Ing. Steffen Rittner**,  
Institut für Textilmaschinen und Textile  
Hochleistungswerkstofftechnik (ITM),  
Leiter Bau- und Holztextilien, TU Dresden,  
Telefon +49 (0) 351 / 463-391 83,  
steffen.rittner@tu-dresden.de,  
www.tu-dresden.de

**JEC world**  
International Composites Event  
Paris, March 14-15-16-2017

Halle 5A

G63



Vliesstoff-Rollenware aus rCF

Foto: Tenowo

# AUS ALT MACH NEU

## QUERSCHNITT

### Startschuss für futureTEX-Forschungsvorhaben „RecyCarb“

**Im Rahmen des Förderprojekts futureTEX startete im Dezember 2016 das Forschungsvorhaben „RecyCarb“. Ziel ist, eine qualifizierte Wertschöpfungskette für rezyklierte Carbonfasern (rCF) zu initiieren und auszubauen, die deren qualitativ hochwertige und nachhaltige Verwendung in anspruchsvollen Faserverbundbauteilen der Automobil- und Luftfahrtindustrie sowie im Bereich der Sportgeräte oder Medizintechnik ermöglicht.**

Das Forschungsvorhaben RecyCarb ist eine Kooperation von zwei Instituten mit vier Industriepartnern. Ihre Arbeiten und Forschungsergebnisse sollen die technologische Lücke zwischen unterschiedlichsten bereits am Markt verfügbaren Abfallmaterialien und deren funktionellem Wiedereinsatz, zum Beispiel als Verstärkungselemente in Bauteilen, weiter schließen.

#### Etappen auf dem Weg

Die Arbeitspakete umfassen Weiterentwicklungen in allen Bereichen der Prozesskette, verbunden mit der Entwicklung eines verlässlichen Schemas zur Qualitätssicherung und eines darauf aufbauenden, prozessumfassenden Monitoring-Systems. Besonders im Fokus stehen hierbei:

- Upscaling des Prozesses zur Abfallaufbereitung und Vliesstoffherstellung in industriell und wirtschaftlich relevante Maßstäbe unter besonderer Beachtung der Qualitätsanforderungen,
- Aufbau eines prozessbegleitenden Monitorings von Qualitätsparametern, be-

ginnend mit der Aufbereitung der Carbonfaserabfälle bis zum hochwertigen Wiedereinsatz von rCF in geeigneten Bauteilen,

- Darstellen der Effekte unterschiedlicher Vliesbildungs- und Vliesverfestigungstechnologien, erstmalige Anwendung eines kombinierten Vliesbildungsverfahrens zur Abbildung quasi-isotroper Vliesstoffstrukturen, sowie
- gezielte anwendungsorientierte Technologie- und Produkthanpassungen an die spezifischen Bedingungen und unterschiedlichen Anforderungen der Endanwender.

#### Direkter Nutzen

Die Ergebnisse leisten einen Beitrag zum weitgehenden Erhalt von Fasereigenschaften und Funktionalität. Das

erlaubt die funktionelle Mehrfachnutzung beim Wiedereinsatz und vermeidet gleichzeitig ein Downcycling der energieintensiv hergestellten Carbonfasern.

Weitere Informationen:

#### Dr. Holger Fischer,

Faserinstitut Bremen e.V. (FIBRE), Bremen,  
Telefon +49 (0) 421 / 218-586 61,  
fischer@faserinstitut.de,  
www.faserinstitut.de

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

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI), Chemnitz,  
Telefon +49 (0) 371 / 52 74-205,  
marcel.hofmann@stfi.de,  
www.stfi.de

 <p><b>JEC world</b> International Composites Event Paris, March 14-15-16-2017</p>	<p><b>Halle 5A</b> <b>E56</b></p>
---	---------------------------------------

Das Projekt futureTEX wird im Rahmen des Programms „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen O3ZZ0608H gefördert, Konsortialführer ist das Faserinstitut Bremen e.V. (FIBRE) in Bremen. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

### Wissenstransfer und Geschäftskontakte in Sachen Recycling und Nachhaltigkeit von Carbon

**CCeV-Mitglied Fraunhofer IGCV Augsburg initiierte Ende 2016 eine auch durch das BMBF unterstützte Travelling Conference zum Thema „CFK – Recycling und Nachhaltigkeit“. Sie bestand aus Veranstaltungsreihen in den drei südostasiatischen Ländern Singapur, Thailand und Malaysia. Entsandt wurden vier Experten des Fraunhofer IGCV sowie zwei industrielle Vertreter der Entscheidungsebene deutscher Partnerfirmen des IGCV.**

Das Schließen von Stoffkreisläufen und eine effektive Abfallwirtschaft präsentieren sich im Zuge der Globalisierung als internationale Aufgaben. Das berührt nicht nur sozial-ethische und ökologische Aspekte, mithilfe geeigneter Recyclingverfahren lassen sich häufig auch profitable Geschäftsmodelle umsetzen.

Faserverbundwerkstoffe wie kohlenstofffaserverstärkte Composites (CFK) verwenden ein energieintensiv hergestelltes Ausgangsmaterial. Entsprechend gut sind die Möglichkeiten, frühzeitig Recyclingtechnologien kommerziell anzuwenden. In Europa, insbesondere in Deutschland, wird zurzeit umfangreich zu umsetzbaren Recyclingstrategien geforscht. Vorteilhafterweise ergibt sich innerhalb des recht kompakten CFK-Marktes eine gute Erreichbarkeit und Leuchtturmwirkung für erfolgreiche Konzepte.

Das damit verbundene Know-how steht jedoch häufig nicht an den Standorten der CF-verarbeitenden Industrie zur Verfügung. Asien (inkl. Pazifikraum) verfügt bereits heute über mehr als die Hälfte der jährlichen Produktionskapazität und stellt inzwischen auch knapp ein Viertel der weltweiten Nachfrage, gemessen an der direkten Bedarfsmenge.

#### Kooperationen

Vor diesem Hintergrund initiierte das Fraunhofer IGCV-Augsburg im November 2016 das Projekt reTHINK, eine Travelling Conference zum Thema „CFK – Recycling und Nachhaltigkeit“ in drei südostasiatischen Ländern. Auch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützte die jeweils eintägigen Veranstaltungsreihen in Singapur, Bangkok (Thailand) und Kuala Lumpur (Malaysia).



*Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding der deutschen Konferenzinitiatoren mit dem King Mongkut's Institute of Technology (KMITL) Bangkok*

Referenten waren vier Experten des Fraunhofer IGCV sowie zwei Vertreter deutscher Partnerfirmen, der ELG Carbon Fibre Ltd. und der Textechno Herbert Stein GmbH & Co. KG. Ersteres ist weltweit bekannt für industrielles Recycling von Carbonfaserstrukturen mittels Pyrolyse und die Herstellung von recycelten Kohlenstofffaserverprodukten. Die Partnerfirma Textechno wiederum hat sich auf die Charakterisierung textiler Strukturen sowie die Entwicklung zugehöriger Messtechnik spezialisiert.

So war es möglich, in den Vorträgen und Gesprächen Know-how entlang der gesamten Prozesskette vorzustellen. Thematisiert wurden insbesondere Technologien von der verschnittarmen Fertigung bis zur stofflichen Wiederverwertung carbonfaserhaltiger Abfallströme adressiert. Ein weiterer Fokus lag auf der Charakterisierung der jeweiligen Materialien bis hin zur ganzheitlichen ökobilanziellen Bewertung (Life Cycle Analysis – LCA). Das Konsortium wurde vor Ort ergänzt durch

inländische assoziierte Multiplikatoren, die diese sehr junge Thematik „Recycling und Nachhaltigkeit“ in ihrer Region aktiv vorantreiben. Da bei den Veranstaltungen Entscheidungsträger aus Forschung, Lehre, Industrie und Politik zusammentrafen, konnte schnell ein konstruktives Netzwerk für eine zukünftige erfolgreiche Zusammenarbeit aufgebaut werden.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Jakob Wölling,**

Abteilungsleiter Recycling von Composites  
Fraunhofer IGCV, Augsburg  
Telefon +49 (0) 821 / 906 78-231,  
jakob.woelling@igcv.fraunhofer.de,  
www.igcv.fraunhofer.de



Ressourceneffiziente Werkzeugtemperierung zur Herstellung großer Faserverbundbauteile in Großserie

**Im Projekt „ResWer – Ressourceneffiziente Werkzeugtemperierung“ entwarf ein Entwicklungsteam ein neuartiges Werkzeugfertigungskonzept, um Faser-Kunststoff-Verbund-Bauteile in kürzeren Fertigungszyklen und mit reduzierten Kosten im Großserienmaßstab wettbewerbsfähig herzustellen. Ein weiteres Ziel bestand darin, den Materialeinsatz und Energiebedarf sowohl in der Werkzeugfertigung als auch beim Betrieb der Werkzeuge zu senken.**

Besonders im Fahrzeugbau und in der Luft- und Raumfahrt geht es bei der Konstruktion von Strukturbauteilen darum, mit so wenig Material wie möglich bei maximaler Festigkeit viel Volumen zu erzeugen. Dazu werden spezifische Leichtbauwerkstoffe, wie Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) oder glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK), in speziellen Werkzeugen und Formen unter hoher Temperatur und hohem Druck form- und festigkeitsgebend verarbeitet.

### Heiße Phase

Die im Projekt „ResWer“ gefertigten FKV-Bauteile werden durch Verpressen von Preformen (Lagenaufbau) in einem aufgeheizten Presswerkzeug hergestellt (Abb. 1). Der Lagenaufbau ist bereits mit einer Harz-Härter-Mischung imprägniert (getränkt) und härtet exotherm im Werkzeug aus. Die dabei entstehende Wärme muss über eine bauteil- und prozessgerechte Temperierung effizient abgeleitet werden, um in möglichst kurzen Zyklen qualitativ hochwertige Bauteile zu erhalten.



Abb. 1: Eingelegte Preform (Lagenaufbau) im neuartigen Werkzeug

Konventionelle Serienwerkzeuge kühlen mit Wasser, Öl oder elektrisch über ausschließlich geradlinig tiefgebohrte Temperierkanäle. Formspezifische Besonderheiten insbesondere komplexer Bauteile können dabei nicht berücksichtigt werden.

### Kühle Überlegungen

Der neuartige Werkzeugansatz im Projekt „ResWer“ ermöglicht eine oberflächennahe und homogene Temperierung des gesamten FKV-Bauteils. Möglich wird das durch neue Werkstoffe, eine neuartige Werkzeuggestaltung (Abb. 2), fortschrittliche Strömungssimulationsmethoden (Abb. 3) und eine angepasste Prozessführung.

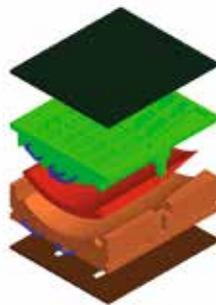


Abb. 2: Erster schematischer Entwurf des innovativen Werkzeugdesigns



Abb. 3: Strömungssimulation der großflächigen Temperierung im Unterwerkzeug

„ResWer“ kombiniert die Vorteile verschiedener Fertigungsverfahren, wie beispielsweise die Gestaltfreiheit des Gießens bei großvolumigen Anwendungen (Werkzeuggesamtstruktur) und die des Laser-Strahlschmelzens bei filigranen Anwendungen (Werkzeugeinsätze, z. B. Konturauswerfer). Minimal erforderliche Wandstärken erreichen die Entwickler beim Gießen durch konsequenten Einsatz von Simulation sowie durch direktes Formstofffräsen (Abb. 4) unter Verzicht auf eine Modelleinrichtung. Gleichzeitig bleibt die Gussqualität der Werkzeuggrundkörper nachgewiesen sehr hoch.



Abb. 4: Formstofffräsen für den Gießprozess des Oberwerkzeugs

### Praxistest bestanden

Seriennahe Fertigungsversuche belegen, dass das innovative Werkzeugkonzept mit konsequenter Neugestaltung der gesamten Werkzeugfertigung zuverlässig funktioniert und eine Fertigung von Gutteilen aus GFK ermöglicht. Dabei zeigt sich insbesondere eine erhöhte Homogenität der Werkzeugtemperierung (Abb. 5), die zu einer außergewöhnlich hohen Oberflächenqualität der GFK-Bauteile führt.

Die mittels Laserstrahlschmelzverfahren generativ hergestellten Konturauswerfer mit konturnaher Kühlung funktionieren besonders zuverlässig im Hinblick auf die

bekannte Neigung zur Verharzung und tragen somit zu einem störungsfreien Werkzeugbetrieb bei (Abb. 6). Nicht zuletzt ermöglicht das entwickelte Temperierkanalsystem eine signifikante Zeitersparnis beim Aufheizen des Werkzeugs.

Weitere Informationen:

**Ralf Wagner,**

Direkt Form Projektgesellschaft mbH,  
Hilbersdorf,  
Telefon +49 (0) 37 31 / 798 38-0,  
info@direktform.de,  
www.direktform.de

**Markus Oettel,**

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Dresden,  
Telefon +49 (0) 351 / 47 72-21 29,  
markus.oettel@iwu.fraunhofer.de,  
www.iwu.fraunhofer.de

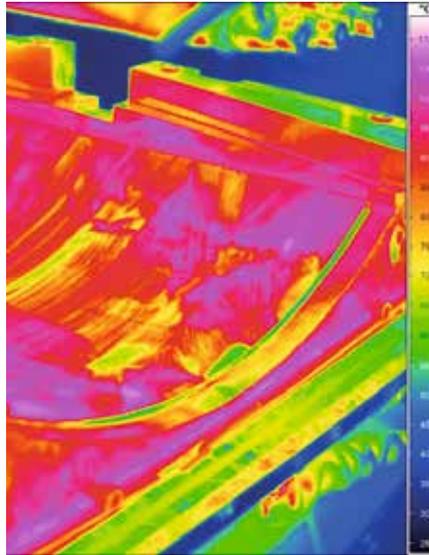


Abb. 5: Thermografische Aufnahme des homogen aufgeheizten Unterwerkzeugs



Abb. 6: Erstversuche zur Funktionsfähigkeit des innovativen Werkzeugkonzepts

	Halle 5A
	G63

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „ResWer“ wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) in der Fördermaßnahme „KMU-innovativ: Ressourcen- und Energieeffizienz“ gefördert (Förderkennzeichen O2PK2430 – O2PK2433) und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.





## 2D-CNC- und 3D-Roboteranlagen für die Bearbeitung von Composites

Hightech-Lösungen mit Linearachsen, Rotationsachsen oder in Portalbauweise, ausgestattet mit Funktionsköpfen für:

- Nähen (Blindstich / Z-Nadel)
- Tufting (Z-Verstärkung)
- Tapelegen
- Z-Pinning (Stifte)
- Schweißen
- Ultraschall-Schneiden

Die Anlagen werden am PFAFF-Standort Kaiserslautern und am KSL-Standort in Lorsch produziert.

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





Thermoplastische Bauteile leichter, günstiger und massentauglich herstellen

**Auf Ingenieursdienstleistungen für thermoplastische Faserverbundwerkstoffe hat sich das junge Schweizer Unternehmen next composites spezialisiert. Dazu gehört Fertigungskompetenz zur Herstellung komplexer Bauteile und fundiertes Wissen über den sinnvollen Einsatz von Leichtbaumaterialien. Das Know-how nutzen Interessenten etwa aus der Luft- und Raumfahrtindustrie ebenso wie Produzenten von Sportartikeln und Medizinbedarf.**

Angefangen hat alles mit Faszination eines Studenten für Leichtbautechnik. Der angehende Werkstoff-Ingenieur Niccolò Pini fragte sich in seiner Abschlussarbeit, wie er seinen alten Fiat Punto schneller machen könnte, ohne den Motor zu verändern. Die Antwort war: Bauteile nachbauen und leichter machen. Pini ersetzte einzelne Teile an seinem Auto durch Composites-Bauteile – und die Gewichteinsparung war enorm. Zum Beispiel war die Motorhaube mit 3 Kilogramm gerade noch ein Fünftel so schwer wie zuvor und sogar noch stoßsicherer.



*Aha-Effekt: durch leichten Kern besonders leichtes thermoplastisch gepresstes Beispielbauteil*

### Unternehmerischer Ehrgeiz

Nach dem Studium gründete Pini sein eigenes Unternehmen mit dem Ziel, Fahrzeuge von unnötigem Ballast zu befreien und möglichst viele Einzelteile leichter, günstiger und massentauglich herzustellen. Das richtige Material war CFK, für seine Verarbeitung entwickelte der einfallreiche Jungingenieur ein Sonder-Pressverfahren. „Das Tolle daran ist,“ so Pini, „dass man damit thermoplastische Bauteile herstellen kann, die innen hohl sind. Womit sich nochmals deutlich Gewicht einsparen lässt.“

Allerdings ist dieses Verfahren nicht leicht zu beherrschen, da der Herstellungsprozess nur unter starkem Druck und bei hohen Temperaturen ablaufen kann. Gleichzeitig sind den Anwendungsmöglichkeiten kaum Grenzen gesetzt.

### Vielfältig einsetzbar

Erste Produkte waren Radkomponenten aus FV-Thermoplast, das laut Pini deutlich bruchzäher als etwa Duroplaste ist und zudem recycelbar. Die Thermoplast-Räder wiegen um die 7 kg. Ein erheblicher Vorteil in Sachen Gewicht und Umweltfreundlichkeit, zusätzlich zu den hervorragenden spe-

zifischen Eigenschaften von Carbon Composites. Trotzdem sind Carbon-Felgen in der Automobilindustrie nach wie vor noch nicht massentauglich.

Andere Anwendungsbereiche sehen für next composites, das inzwischen in Deutschland über einen Fertigungspartner verfügt, wesentlich attraktiver aus. Neben Aerospace gilt dies vor allem für Sportgeräte und weitere Industrie-Anwendungen. Beim Fahrrad zum Beispiel kann bis auf die Speichen jede Komponente aus Faserverbund-Thermoplast hergestellt werden. Selbst Komponenten wie Kettenblätter werden dank einer eigens entwickelten Materialpaarung den erhöhten Verschleißansprüchen gerecht. Ein anderer interessanter Bereich ist die Medizintechnik, denn wie für medizinische Geräte gefordert, sind thermoplastische Materialien steril, hitzebeständig und stoßfest.

Weitere Informationen:

**Dr. Niccolò Pini,**  
Geschäftsführer,  
next composites GmbH, Otelfingen,  
Telefon +41 (0) 79 / 359 08 85,  
pini@nextcomposites.ch,  
www.nextcomposites.ch



*Gestaltungsspielraum: Akzente setzen mit einer Radfelge als ebenso leichten wie schönen Hingucker*

# CCeV-MITGLIEDER

Januar 2017

 ACE	 ADeT	 AMANN GROUP	 WÜRTH	 AFPT	 AIRBUS DEFENCE & SPACE
 AIRBUS GROUP	 AIRBUS HELICOPTERS	 AIRTECH EUROPE	 ALPEX	 apodius	 AITeFA
 Automation	 axcep GmbH	 BROETJE AUTOMATION	 BASF	 BASLER BERLAC GROUP	 Baumer
 BCT	 bifa	 BIONTEC	 BJS Ceramics	 Blaubeck	 bayern innovativ
 brose	 cameler EUROPLAST	 CADCON	 CMI	 Carbon-Werke	 CARBO-TEX
 celvotec	 CFK VALLEY STAGE RECYCLING	 CG Rail	 CG TEC	 CGB	 CGTECH VERICUT
 CIKONI	 CirComp	 C-MATRIX	 compoScience	 Compositence	 COMPOSITEBUSCH
 connova	 CORIOLIS	 COTESA COMPOSITES	 cross composite	 CST	 CVT
 D&S	 DAIMLER	 SIMULIA	 DEKUMED	 Deurowood	 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
 diondo	 DITF	 PORSCHE	 ECS	 EDAG	 EIG Carbon Fibre Ltd.
 ETC	 em	 ETH	 EURO INNOVATION	 EVONIK	 facc
 FORWARD ENGINEERING	 ECKERT SCHULEN	 n/w	 FOLDCORE	 SKZ	 fraisa
 Fraunhofer EMI	 Fraunhofer EZRT	 Fraunhofer ICT	 Fraunhofer IFAM	 Fraunhofer IFF	 Fraunhofer IGCV
 Fraunhofer IMWS	 Fraunhofer IPA	 Fraunhofer ISC	 Fraunhofer IWM	 Fraunhofer IWS	 Fraunhofer IWU
 Fraunhofer PYCO	 fjm	 FTA	 GE	 GFO	 GK CONCEPT
 GLOBAL TOOL	 GMA	 gruschwitz	 GÜHRING	 Gerster	 hwk
 HEXCEL	 HEXION	 HIGHTECH ZENTRUM AARGAU	 Hightex	 Hochschule Augsburg	 Hochschule Aalen
 UNIVERSITÄT MÜNCHEN	 Hochschule Heidenberg	 Hochschule Ulm	 HPTEC	 iwk	 HOCHSCHULE KONSTANZ
 HUNTSMAN	 ICM	 ico jet	 IDVA	 carbon	 IMA DRESDEN
 INFINITIES1ST	 ingenics	 immo-focus	 inspire	 FES	 kw
 Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik	 ITM	 ITA Augsburg	 ITA	 INTALES	 Eurotherm by Schneider Electric
 ITD	 iwv	 iwb	 JAKSCHE KUNSTSTOFFTECHNIK	 JETCAM	 Johnson Controls
 KIT	 VERSUCHSANSTALT	 wbk	 IAM	 FAST	 KATZ
					 KOMET GROUP



## CCeV-Mitglieder im Heft

CCeV-Mitglieder im Heft	Seite		Seite
AFPT GmbH	40	Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden	24, 48, 67
Airbus Helicopters Deutschland GmbH	64	Institut für Strukturleichtbau, TU Chemnitz	26
Apodius GmbH	50	Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM)	67
ARRK Engineering GmbH	35	Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IWV)	39, 46, 53
C3 – Carbon Concrete Composite e.V.	54	Korropol GmbH	60
Cevotec GmbH	33	KTM-Technologies GmbH	21
Eckert Schulen Augsburg	47	KVB Institut für Konstruktion und Verbundbauweisen gGmbH	66
Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV	69	Langzauner GmbH	62
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU	70	Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH	60
Gühning KG	42	LMT Tool Systems GmbH	43
Hufschmied Zerspannungssysteme GmbH	51	Mapal Dr. Kress KG	63
IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH	36, 60	Math2Market GmbH	32
		next composites GmbH	72
		NMB – Neue Materialien Bayreuth GmbH	52
		PAFF Industriesysteme und Maschinen GmbH	44
		Pixargus GmbH	38
		Premium AEROTEC GmbH	59
		Roth Composite Machinery GmbH	41
		Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)	68
		Schunk Group	30, 55
		SGL Technologies GmbH	27
		SWMS Systemtechnik Ingenieurgesellschaft mbH	31
		Tenowo GmbH	34
		ThermHex Waben GmbH	28
		thyssenkrupp AG	48
		TU Kaiserslautern	53
		Universität Bayreuth	56
		Universität Stuttgart	56
		Voith Composites GmbH & Co. KG	49

# 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 2017 beschäftigt sich mit Design.



## REDAKTIONSSCHLUSS:

12. MAI 2017

## ANZEIGENSCHLUSS:

19. MAI 2017

## ERSCHEINUNG 02/17:

26. JUNI 2017

## REDAKTIONSSCHLUSS:

28. JULI 2017

## ANZEIGENSCHLUSS:

04. AUGUST 2017

## ERSCHEINUNG 03/17:

11. SEPTEMBER 2017

## Redaktion CCeV

Elisabeth Schnurrer

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

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

redaktion@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  
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  
alexander.gundling@carbon-composites.eu

### Redaktion:

Doris Karl  
Postanschrift siehe oben  
Telefon +49 (0) 8 21/26 84 11-04

Elisabeth Schnurrer  
Redaktionsbüro Strobl + Adam  
Nibelungenstr. 23, 86152 Augsburg  
Telefon +49 (0) 8 21/364 48,  
+49 (0) 1 51/15 684 685  
redaktion@carbon-composites.eu

### Umsetzung:

Bestmarke Werbeagentur GmbH & Co. KG  
Spicherer Str. 10, 86157 Augsburg  
Telefon +49 (0) 8 21/79 63 11 95  
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  
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  
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: Bestmarke Werbeagentur GmbH & Co. KG

### 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**

# Eine starke Verbindung.

Composites und Anwendungen  
gemeinsam entwickeln.

Wir sind Lösungsanbieter für Anwendungen im Automobil- und Flugzeugbau, Windkraft, Medizintechnik und Maschinenbau. Mit unserer Industrialisierungskompetenz unterstützen wir Kunden auf dem Weg zu innovativen, kosteneffizienten Lösungen. Als zuverlässiger Partner verfügen wir über ein umfassendes Wissen entlang der gesamten Prozesskette – von der Faser über faserverstärkte Composites bis hin zu thermoplastischen oder duromeren Leichtbaustrukturen. Ob intelligente Materialkonzepte oder fertige Komponenten: Von unserem gebündelten Engineering-Know-how profitieren Sie bei der Planung und Umsetzung individueller Serienbauteile. Nachhaltig und mit Blick nach vorne.

## **SGL GROUP | Composites – Fibers & Materials**

Wir beraten Sie gerne persönlich in unserem  
Lightweight and Application Center: [lac@sglgroup.com](mailto:lac@sglgroup.com)  
Telefon +49 8271 83-2160

[sglgroup.com/cfm](http://sglgroup.com/cfm)

Wir gratulieren  
dem CCEV zu  
10 erfolgreichen  
Jahren!



**SGL GROUP**  
THE CARBON COMPANY