



*Dr. Hans-Wolfgang Schröder  
Leiter der Geschäftsstelle von  
Carbon Composites e.V.*

## Liebe Leserinnen und Leser,

Ergebnisse der Innovationsforschung zeigen, dass Cluster aus Unternehmen, Forschungseinrichtungen und unterstützenden Organisationen, die sich durch eine Kombination von inhaltlicher und regionaler Nähe der Akteure auszeichnen, oft besonders erfolgreich sind. Derartige räumlich eng organisierte Cluster erfüllen auch die Voraussetzungen für die Beteiligung am Spitzencluster-Wettbewerb des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

Innerhalb der CCeV-Region hat das Gebiet München-Augsburg-Ingolstadt die höchste räumliche Konzentration von Akteuren auf dem Gebiet des Faserverbund-Leichtbaus. CCeV möchte die Chancen, die sich dadurch ergeben, nutzen, um diesen Cluster in den nächsten Jahren weiterzuentwickeln und um damit am Spitzenclusterwettbewerb des BMBF teilzunehmen. Als Name für den Cluster wurde MAI Carbon gewählt. Dabei steht MAI für die Anfangsbuchstaben von München, Augsburg und Ingolstadt.

Vom Verein wird der Cluster MAI Carbon als Projekt geführt, das sich finanziell selbst tragen soll. Die primären Clusterakteure von MAI Carbon sind gleichzeitig Mitglieder im CCeV. MAI Carbon wird insbesondere die Erweiterung des Aktionsfeldes von CCeV in Richtung Automobilbau unterstützen. Von den Ergebnissen des Clusters MAI Carbon werden aber letztlich alle CCeV Mitglieder profitieren.

Wolfgang Schröder



## MAI Carbon - ein regionaler Cluster des CCeV



## „Wir sind an anwendungsorientierter Forschung interessiert“

Mit dem Ziel, die Ressourcen- und Energieeffizienz in Verarbeitungsmaschinen mittels des mechatronischen Ansatzes zu verwirklichen, wurde im Januar 2009 die Fraunhofer Projektgruppe »Ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen (RMV)« am iwb Anwenderzentrum Augsburg gegründet. Ihr Ziel ist ein eigenes Fraunhofer-Institut, das den mechatronischen Ansatz zur Optimierung der Energie- und Ressourceneffizienz in die Industrie transferiert. Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Leiter der Projektgruppe RMV und Sprecher des Clusters Mechatronik & Automation, beantwortet Fragen zu diesem Vorhaben.

**CCeV:** Parallel zur Projektgruppe „Funktionsintegrierter Leichtbau“ (FhG-FIL) und zum „Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie“ (DLR-ZLP) wird in Augsburg die Projektgruppe „Ressourceneffiziente Mechatronische Verarbeitungsmaschinen“ (FhG-RMV) eingerichtet. Wo sehen Sie Möglichkeiten zur thematischen Zusammenarbeit von FhG-RMV und CCeV?

**Reinhart:** Die Anknüpfungspunkte sind aus meiner Sicht ebenso vielfältig wie bedeutend. Unsere Projektgruppe beschäftigt sich mit der Verbindung zweier Gebiete, die höchsten Einfluss auf die Produkte sowie Produktionstechnik der Zukunft haben werden. Zum einen tritt der Ressourceneinsatz in der Fertigung zunehmend in den Vordergrund, wobei es neben der viel zitierten Energieeffizienz auch sehr stark auf die Betrachtung der Faktoren Mensch und Material ankommt. Zum anderen ist die Mechatronik gerade am Standort Deutschland einer der Schlüssel, um die gestiegenen Anforderungen an die Herstellungsprozesse und die darin eingesetzten Maschinen technisch wie wirtschaftlich zu erfüllen. Gerade die vom CCeV vertretene und in den genannten Institutionen entwickelte Faserverbundtechnologie schafft innovative Produkte, die diesen Ansprüchen genügen; jedoch hängt deren Verbreitung in Branchen wie beispielsweise der Automobilindustrie maßgeblich von der Entwicklung effizienter Produktionsverfahren und -anlagen ab. Die Automatisierungstechnik wird hier eine entscheidende Rolle spielen. An dieser Nahtstelle ergeben sich eine ganze Reihe von Ansätzen, wie die Firmen und Institutionen innerhalb des CCeV von den produktionstechnischen Kompetenzen der FhG-RMV profitieren können. Neben gemeinsamen Forschungsprojekten innerhalb des multidisziplinären Netzwerks sehe ich konkret auch die Vorteile bilateraler Zusammenarbeit.

**CCeV:** FhG-RMV ist seit Beginn 2009 beim iwb Anwenderzentrum Augsburg des Instituts für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften eingerichtet. Wie weit ist man dabei inzwischen gekommen?

**Reinhart:** Am Anfang der fünfjährigen Aufbauphase der Projektgruppe gilt es zunächst, die notwendige Infrastruktur und auch einen hochqualifizierten Mitarbeiterstamm aufzubauen. Weitergehend werden von Beginn an grundlegende Forschungsprojekte wie beispielsweise die Themen „Funktionsintegrierter, generativer Leichtbau“ und „Ressourceneffizienz durch intelligente Druckmaschinen-Steuerung“ bearbeitet. Wir konnten diese Startphase bisher sehr erfolgreich gestalten, verfügen bereits über erste Anlagentechnik und beschäftigen derzeit 14 Mitarbeiter. Darüber hinaus ist es uns gelungen, zahlreiche weitere Forschungsprojekte und Industrieauftragungen zu akquirieren, was die Relevanz unserer Forschungsschwerpunkte unterstreicht. Das iwb Anwenderzentrum Augsburg hat sich hierbei als idealer Partner gezeigt, da wir neben Gebäuden und Laboren auch das Netzwerk dieser etablierten Forschungstransferstelle nutzen können und auch thematisch in einem engen Austausch stehen.

**CCeV:** Welche Ziele setzt sich die Projektgruppe für die nächste Zeit? Wie sollen diese erreicht werden?

**Reinhart:** Für die Projektgruppe gilt es nun, den Schwung der Startphase zu nutzen und sich weiter thematisch zu etablieren. Im Vordergrund stehen in den nächsten Jahren die Schärfung des Forschungs- und Dienstleistungsprofils auf der Basis der aktuellen Projekte sowie der beständige Ausbau der Infrastruktur und Anlagentechnik. In diesem Zusammenhang werden wir uns bemühen, weitere Partner für eine erfolgreiche Zusammenarbeit zu gewinnen. Auch die Mitarbeiterkapazität soll, basierend auf diesen neuen Projekten, weiter wachsen. Nicht zuletzt müssen die Aktivitäten und Ergebnisse der jungen Forschergruppe wissenschaftlich publiziert und in die Industrie transferiert werden, um den Bekanntheitsgrad und auch die Breitenwirkung zu steigern.

**CCeV:** Wie können die im CCeV zusammengeschlossenen Firmen konkret mit FhG-RMV zusammenarbeiten? Wird FhG-RMV sich auch an Gemeinschaftsprojekten von CCeV beteiligen?

**Reinhart:** Wir sind als industrienahes Institut vor allem an anwendungsorientierter Forschung interessiert und stehen Unternehmen hinsichtlich der Kooperationsform sehr flexibel und aufgeschlossen gegenüber. Der Spielraum geht von klassischen Verbundforschungsprojekten über bilatera-



Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart

le Industrieauftragungen bis hin zu mittel- und langfristigen Partnerschaften, wie beispielsweise Arbeitsgemeinschaften. Inhaltlich bietet unser Themenportfolio ebenso vielfältige Möglichkeiten: Auftragsforschung, Technologiestudien und -konzepte, Beratung oder Schulung, um nur einige zu nennen. Besonders möchte ich in diesem Zusammenhang auf das Thema Energieeffizienz zu sprechen kommen. Hier ist es uns möglich, sowohl bei Unternehmen vor Ort mit geeigneter Messtechnik Anlagen und Prozesse zu analysieren, als auch in Zusammenarbeit mit dem iwb Management- oder Mitarbeiter-Schulungen in einer eigens dafür eingerichteten Lernfabrik durchzuführen. Natürlich sind wir auch an Gemeinschaftsprojekten des CCeV interessiert und haben durch die laufenden Forschungsarbeiten des iwb Anwenderzentrums auch schon gute Verbindungen in dieses Netzwerk. Wie eingangs erläutert, sehe ich im Umfeld der Faserverbundtechnik erheblichen Handlungsbedarf und wir würden gerne unsere Kompetenzen in dieses Netzwerk sowie in die dort etablierten Kooperationsprojekte einbringen. Auch mit dem Cluster Mechatronik & Automation arbeiten wir bereits in dieser Form eng zusammen.

**CCeV:** Plant FhG-RMV, sich ebenfalls im Augsburg Innovationspark anzusiedeln? Wann könnte das sein?

**Reinhart:** Ja, unsere mittelfristige Planung sieht einen Umzug in den Augsburg Innovationspark für die Zeit nach der Projektgruppenphase vor. Die Büro- und Laborressourcen am iwb Anwenderzentrum können unserem Wachstumsbedarf dann auch nicht mehr gerecht werden. Die geplante Ansiedlung von Wissenschaft und Wirtschaft im Innovationspark deckt sich auch hervorragend mit unserer Philosophie und schafft so erhebliche Synergiepotenziale. Der genaue Zeitpunkt hängt jedoch weniger von uns ab - vielmehr stellt sich die Frage, wann die ersten Gebäude bezugsfertig sein können. Derzeit gestalten wir unsere Infrastruktur aber bereits so, dass diese ohne größere Probleme an den neuen Standort verlagert werden kann.

## Erfolgreiche Premiere: Erstes CCEV Automotive Forum in Neckarsulm

Ende Juni 2010 fand im Audi Forum in Neckarsulm das erste „CCEV Automotive Forum“ statt. Rund 250 Fachbesucher nutzten die Gelegenheit, um sich von hochkarätigen Rednern aus erster Hand über den Fortschritt des Leichtbaus mit CFK informieren zu lassen und sich in Gesprächen mit Kollegen aus anderen Unternehmen oder Instituten auszutauschen. Bereits am Vorabend der Veranstaltung hatten die Gäste Gelegenheit, am Standort Neckarsulm der Audi AG die automatisierte Fertigung des A8 sowie die R8-Manufaktur zu besichtigen.

„Faserverbundwerkstoffe im Automobil-Leichtbau“, „Fertigung und Prozesstechnik“ sowie „Bauweisen und Engineering“ waren die Schwerpunkte des Kongresses, die mit Fachvorträgen von Referenten aus der Automobilindustrie, der Wissenschaft sowie der Zulieferbranche ausgefüllt wurden. Die Automobilindustrie war mit Vorträgen von Audi, BMW, Daimler, Porsche und VW vertreten. Zwei Herausforderungen wurden von nahezu allen Rednern des Forums genannt: Die Kosten für Carbonfaser-Bauteile müssen sin-

ken, die Taktzeiten drastisch geringer werden – erst dann kann man die neuen Werkstoffe in Großserienanwendungen einsetzen.

Bei Audi setzt man auf die sukzessive Steigerung von CFK-Anteilen in der Produktion von Premiumfahrzeugen. Leidenschaftlich plädierte Heinrich Timm, der Leiter des Audi Leichtbauzentrums in Neckarsulm und Gastgeber des CCEV Automotive Forums, für einen radikalen Umschwung im Denken der Automobilbauer: „Die Konzepte müssen anders werden, wenn wir in Zukunft CFK sinnvoll einsetzen wollen.“ Timm will die Zukunft des Werkstoffs Carbon für den Automobilbau entscheidend mitgestalten: „90 Prozent des Aufwands bei der Herstellung von CFK-Bauteilen muss weg.“

Dass es bis dahin noch ein weiter und sicherlich steiniger Weg ist, dies zeigten die Vorträge von Dr. Lars Herbeck, Geschäftsführer der Voith Materials GmbH, und etlichen anderen Rednern aus der Praxis. „CFK kommt im normalen Auto nicht vor,“ stellt Herbeck fest, und sieht auch für die mittelfristige Zukunft keinen Durchbruch auf diesem Gebiet. Aber: „Wir glauben daran, dass in der Zusammenar-

beit von Herstellern, Verarbeitern und OEMs der nächste Entwicklungsschritt für den Großserieneinsatz von CFK liegt.“ In diese Richtung gingen auch die Vorträge von Sebastian Grasser, Benteler-SGL Automotive Components, und Prof. Dr. Werner Hufenbach, Direktor des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden. Grasser kann sich in drei bis vier Jahren die Automatisierung bei der Fertigung mit CFK-Bauteilen in der Automobilherstellung vorstellen und ist damit einer der Optimisten in der Runde.

Aufbruchsstimmung vermittelte das CCEV Automotive Forum allemal. Gerade der neue Trend zum E-Mobil, der vom baden-württembergischen Wissenschaftsminister Prof. Dr. Peter Frankenberg in seinem Vortrag noch einmal skizziert wurde, verlangt neue, leichte Werkstoffe – da kommt CFK zur rechten Zeit.

Die Vorträge des CCEV Automotive Forums sind unter [www.carbon-composites.eu/ccev-automotive-forum](http://www.carbon-composites.eu/ccev-automotive-forum) einsehbar. Dort ist auch eine Video-Zusammenfassung der Veranstaltung eingestellt.



Rund 250 Gäste waren von den Informationen beim CCEV Automotive Forum in Neckarsulm beeindruckt. Im Bild Dr. Hubert Jäger, Vorstand des CCEV und Leiter Konzernforschung der SGL Group, Prof. Klaus Drechsler, Vorstand CCEV und Inhaber des Lehrstuhls Carbon Composites der TU München, Heinrich Timm, Leiter Audi Leichtbau Zentrum, Dr. Lars Herbeck, Geschäftsführer der Voith Materials GmbH, Prof. Dr. Frank Henning, stellvertretender Institutsleiter Fraunhofer ICT, Dr. Hans-Wolfgang Schröder, Geschäftsführer CCEV und Prof. Dr. Werner Hufenbach, Direktor des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik, TU Dresden.

## CCeV lädt zum Parlamentarischen Abend in Berlin

Ein voller Erfolg war der erste Parlamentarische Abend des CCeV, der Anfang Juli in Berlin stattfand. Neben Bundesminister Peter Ramsauer, Staatsministerin Emilia Müller und Staatssekretär Christian Schmidt waren etliche Bundestagsabgeordnete gekommen, die mit den anwesenden CCeV-Mitgliedern das Gespräch suchten.

Staatsministerin Müller brachte in ihrer Begrüßungsansprache die Mitgliederstruktur mit dem innovationspolitischen Kräfteverhältnis in Deutschland in Verbindung. Nach den Worten von Müller bestätigt eine aktuelle Studie des Stifterverbands für die deutsche Wissenschaft die starke Stellung des Südens in der Forschung. Diese geht sowohl auf die innovationsstarken Unternehmen als auch auf eine langfristig angelegte offensive Innovationspolitik zurück. Die Technologie-Förderung zur Stärkung der Innovationsfähigkeit unserer Betriebe war, ist und bleibt ein Markenzeichen der Wirtschaftspolitik in Bayern, so die Politikerin.



*Networking in Berlin: Beim Parlamentarischen Abend des CCeV trafen sich auch Stefan Utecht, Geschäftsführer der Composyst GmbH, Manfred Hänsch, Technischer Leiter und Prokurist der Trans-Textil GmbH, Dr. Peter Ramsauer, Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Dipl.-Ing. Wilhelm Krings, Geschäftsführer der Trans-Textil GmbH und Ronald Ploderer, Vertriebsleiter der Trans-Textil GmbH.*

## Brücke kaputt – Wettbewerb gewonnen

Der CCeV veranstaltete Ende September seinen ersten Brückenbauwettbewerb für Studenten. Ziel war es, eine Brücke mit Hilfe von Faserverbundwerkstoffen herzustellen. Vier Studentengruppen von der Hochschule Augsburg, der Universität Stuttgart und der

Fachhochschule Nordwestschweiz starteten im Wettkampf um die beste Brücke. Matthias Heidler von der Fraunhofergesellschaft, Organisator des Wettbewerbs, begrüßte die Studenten sowie geladene Gäste aus Forschung und Wirtschaft in den Räumlichkeiten

der IHK Schwaben. Um dem immer brisanter werdenden Fachkräftemangel zu begegnen, bietet der CCeV zahlreiche Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen im Bereich der Faserverbundtechnologie an, zu denen auch der Brückenbauwettbewerb gehört.

In diesem Wettbewerb begutachtete zunächst eine Fachjury die Brücken nach speziellen Kriterien, u.a. Brückenähnlichkeit und Konzept. Dann musste in einer spektakulären Prüfung die Brücke bis zum Bruch gebracht werden. Die dabei erfasste Traglast im Verhältnis zum Eigengewicht floss in die Gesamtbewertung mit ein.

Susanne Hörmann und Robert Pries von der Universität Stuttgart konnten mit ihrer Brücke den Wettbewerb für sich entscheiden und gewannen einen Zeppelinrundflug. Ihre Brücke trug über 2,8 Tonnen bei einem Eigengewicht von 1,2 kg. Um mit der Studentenbrücke mithalten zu können, müsste ein Mensch das Gewicht einer Boeing 767 stemmen. Die Studenten der FH Nordwestschweiz belegten Platz 2 vor den beiden Augsburger Gruppen.



*Gewannen mit ihrer Brücke den ersten CCeV-Wettbewerb im Brückenbau mit Faserverbundwerkstoffen: Susanne Hörmann und Robert Pries von der Universität Stuttgart.*

## Marktstudie des CCEv: Wachstum in allen Bereichen

**Nach einer Studie des CCEv vom Herbst 2010 soll sich der Fasermarkt im Jahr 2011 erneut auf das Niveau von 2008 einpendeln. „Für die nächsten Jahre prognostizieren wir ein überdurchschnittliches Wachstum,“ so Alfons Schuster, Projektarchitekt des CCEv und Verfasser der Marktstudie.**

In der Luftfahrtindustrie sank die Faserproduktion im Jahr 2009 gegenüber dem Vorjahr um 35%. Da der CFK-Anteil im Luftfahrtbereich in den nächsten Jahren weiter steigen wird – bis auf 60% des Strukturgewichts – kann hier aber bereits 2011 das Niveau von 2008 wieder erreicht werden. Auch der Sportsektor musste im vergangenen Jahr ein Minus von rund 25% hinnehmen. Als etabliertes Segment ist hier jedoch eine stabilere Entwicklung zu er-

kennen. Erfreulich zeigt sich ein moderates Wachstum des CFK-Einsatzes in Sportgeräten vor allem in China. Mengenmäßig größter Verwender von CFK ist die Industrie. Sie verzeichnete ebenfalls einen Rückgang der Faserproduktion um 25% von 2008 auf 2009. Hier besteht aber auch das beste Potential für eine breite Marktdurchdringung und damit für ein hohes Wachstum. Stark wachsende Felder wie Windenergie, Automobil-Leichtbau oder Schiffbau beflügeln die Prognosen. Das Wachstum ist allerdings derzeit limitiert, da in vielen Industriezweigen noch Unsicherheit darüber herrscht, was mit CFK erreicht werden kann. „Die Substitutionspotentiale, die gegenüber metallischen Werkstoffen absehbar scheinen, können daher akut noch nicht gehoben werden,“ so Schuster.

Bei der Produktion von CFK-Komponenten zeichnet sich ein Wachstum von 7,5% in 2010 ab – das ist deutlich mehr als das prognostizierte Weltwirtschaftswachstum von rund 4%. So intensiv die Arbeit an weiterem Carbon-Einsatz ist, so positiv ist die Prognose des CCEv für das Marktwachstum: Für 2013 bis 2018 wird von plus 12% ausgegangen, bis 2015 könnte sich der Marktumsatz auf 14 Mrd. Euro erhöhen. Alfons Schuster ist optimistisch: „Wenn die Nachfrage so kräftig anzieht wie prognostiziert, dann werden neue, schnelle und automatisierte Produktionstechniken benötigt, um den Bedarf zu decken.“

Weitere Informationen:

*Alfons Schuster, Tel.: 08 21 / 5 98-5945*

*E-Mail: [alfons.schuster@carbon-composites.eu](mailto:alfons.schuster@carbon-composites.eu)*

## Carbon-Schatzinsel in den EMM Wissenswelten

**Entdecken, staunen, lernen – unter diesem Motto waren die Wissenswelten der Europäischen Metropolregion München an der Universität Augsburg zu Gast. Am gleichen Tag feierte die Universität ihr 40-jähriges Bestehen.**

Faserverbund war eines der beherrschenden Themen an diesem Tag. Augsburg schickt sich an, gemeinsam mit seiner Universität und der Hochschule neue Maßstäbe im Einsatz und der Verarbeitung von Faserverbundwerkstoffen zu setzen. Dazu haben sich bereits Forschungseinrichtungen der Fraunhofer Gesellschaft und des Deutschen Instituts für Luft- und Raumfahrt an der Universität angesiedelt. Zum 40. Geburtstag wurde das SGL Carbonum, das neue Management-Center des Zentrums für Weiterbildung und Wissenstransfer, offiziell eingeweiht. Und auch in Sachen Weiterbildung warben Hochschulen, Cluster und Bildungsträger gemeinsam für zukunfts-

trächtige Fachrichtungen wie Mechatronik und Faserverbundtechnologien. Dazu stiegen die beiden Schirmherren des VDI-Clubs Augsburg, Oberbürgermeister Dr. Kurt Gribl und Prof. Dr.-Ing. Manfred Hirt, in den Carbon-Boliden der Firma Wethje aus Hengersberg, den der Carbon Composite eV. organisiert hatte. Das Robotik-Team des Rudolf-Diesel-Gymnasiums baute, gemeinsam mit dem Cluster Mechatronik & Automation, einen original Wettbewerbsparcours der First Lego League auf und ließ dort seine selbstgebauten Roboter knifflige Aufgaben lösen.



## Arbeitsgruppe Engineering: Kennwerte im Fokus

Die Arbeitsgruppe Engineering im CCeV besteht seit Frühjahr 2009. Nach dem Kick-off Meeting mit einem Impulsvortrag zum Thema „Auslegung und Nachweis“ behandelten weitere Thementage mit Anwenderbeiträgen die Sachgebiete „allgemeine Optimierung“, „gezielte Ergänzungen zur Optimierung“, (wie z.B. Hybride CFK-Metall-Verbunde, effizientes Rotorblatt-Design mit ANSYS, Robust-Design Optimierung unter Berücksichtigung von Fertigungstoleranzen) sowie die Formulierung von Festigkeits-Versagensbedingungen. Im Frühjahr 2010 fand eine gemeinsame, abgestimmte Veranstaltung mit der NDI-AG „Werkstoff- und Bauteilprüfung“ statt. Dabei wurden im Rahmen des Themenkreises „Werkzeuge im Schadenstoleranznachweis“ der Block ZfP in der Produktion (Ermittlung von Fehlergrößen) und der Block Anforderung der Zulassungsstellen, Bewertung von Fehlern und Nachweisverfahren behandelt.

Die AG Engineering hat es sich zur Aufgabe gemacht, praktisch und theoretisch orientierte Ingenieure zusammen zu bringen. Diese kommen sowohl aus kleineren und großen Firmen als auch aus dem universitären und Institutsbereich. Der Erfahrungsaustausch zwischen den Anwendern und den Forschern der Universität gehört zu den Zielen der AG. Darüber hinaus will sie das Denken in der Bauteil-Prozesskette von der Auslegung bis zum Nachweis fördern, entsprechendes Wissen bereitstellen, Analysewerkzeuge mit ihren Anwendbarkeitsgrenzen vermitteln und die Erkenntnisse der mehr praktisch ausgerichteten Arbeitsgruppen integrieren.

Grundsätzlich legt der CCeV Wert darauf, dass die AGs voneinander lernen, Querverbindungen anstreben und Abläufe optimieren. In diesem Sinn findet die Sitzung der AG Engineering immer gemeinsam mit derjenigen der NDI-AG statt. Einen Rahmen für den Erfahrungsaustausch bilden die genannten Vortragsreihen. Die gehaltenen Vorträge nebst Sitzungsprotokoll können von der CCeV-Website heruntergeladen werden (Carbon Composites -> Leistungsspektrum -> Arbeitskreise/-gruppen -> Engineering).

Zu dieser gewünschten Quervernetzung ist eine Unter-AG „Bewertung von NDI“ mit den Themenpunkten Maintenance, Reparatur, Inspezierbarkeit, Schadenstoleranz, und später Recycling geplant. Eine weitere wichtige Unter-AG zur „Bewertung von neuen Engineering Software Produkten“ hat ihre Arbeit bereits aufgenommen. Hierzu werden die Mitglieder gebeten, nach einem festen Schema ihre Software-Werkzeuge aufzulisten, Bewertungen abzugeben und Wünsche zu formulieren. Einige der hier anzulegenden Kriterien sind: Ergebnisqualität, Robustheit, Zuverlässigkeit, Benutzerfreundlichkeit, Kosten, etc.. Die Software-Firmen sind bereits involviert, um sich dann gezielt der Probleme der Nutzer anzunehmen.

Für die nächste Veranstaltung, die am 22.10.2010 stattfindet, wurde als Themenkreis „Werkstoffkennwerte und Werkstoffcharakterisierung“ gewünscht. Auch für die Mitglieder der AG Engineering stellt sich nämlich der Mangel an zuverlässigen Werkstoffkennwerten (Elastizitätsgrößen, Festigkeitsgrößen etc.) für Auslegung und Nachweis als



Ralf Cuntze, Leiter der AG Engineering des CCeV

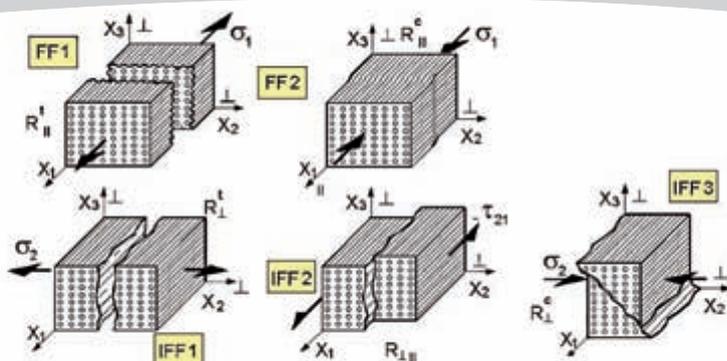
großes Problem dar. Hinzu kommt, dass validierte Festigkeitsbedingungen zur Abbildung mehrachsiger Bruch-Spannungszustände der uni-direktionalen (UD) Schicht nur begrenzt vorliegen (siehe Grafik).

In diesem Zusammenhang ist es bedauerlich, dass die riesigen Aufwendungen und wertvollen Validierungsergebnisse von Teilnehmern und Veranstalter des QinetiQ (UK) bei der Durchführung der World-Wide-Failure-Exercises-I und -II vielen Konstrukteuren, aber auch Werkstoffcharakterisierern und Prüfzentrenmitarbeitern in Industrie und Instituten unbekannt sind. WWFE-I hatte als Thema die Validierung von UD-Festigkeitsbedingungen mit zweiachsigen Bruch-Spannungszuständen, während im derzeit auslaufenden WWFE-II dasselbe mit bereit gestellten dreiachsigen Bruch-Spannungszuständen versucht wird.

Der Autor war erfolgreich am WWFE-I beteiligt, und hat die Schwierigkeiten der Bereitstellung zuverlässiger Testdaten - speziell im WWFE-II – miterlebt: Probekörper, Prüfstand, Messung und Auswertung bieten viele Fehlermöglichkeiten. Ein Testergebnis ist zwar immer ein experimenteller Beleg, aber fast nie der vollständige experimentelle Beweis. Eine sinnvolle Balance aus Theorie und Experiment, nebst guter Zusammenarbeit auf beiden Gebieten, ist daher zwingend.

Der CCeV bemüht sich, Erfahrungen weiter zu reichen, damit nicht manches Rad durch teure Versuche wieder neu erfunden wird, sondern Lücken geschlossen werden. Dazu werden auch Beiträge auf die CCeV-Website geladen, die z. B. bei der Ermittlung der notwendigen mehrachsigen Festigkeitsdaten helfen.

Ralf Cuntze, CCeV, AG Engineering  
[www.carbon-composites.eu](http://www.carbon-composites.eu)



Das Bild zeigt schematisch die beobachteten fünf Bruchversagensmodi (zwei Faserbruchmodi FF und drei Zwischenfaserbruchmodi IFF) der UD-Schicht und die zugehörigen fünf Festigkeiten sowie die zugehörigen physikalischen Bruchflächen.

## Arbeitsgruppe Didaktik nimmt Arbeit auf

**Im Juli 2010 traf sich die Arbeitsgruppe „Didaktik“ im Arbeitskreis „Aus- und Weiterbildung“ des CCeV zu ihrer konstituierenden Sitzung. Rund ein Dutzend Fachleute und Mitglieder des Vereins informierten sich zunächst über Erfahrungen der „Initiative Junge Forscher und Forscherinnen“ des Clusters Nanotechnologie, an dem sich auch der CCeV beteiligen wird. Mit diesem Engagement wird das Interesse an der Technik, also auch der Faserverbundtechnik, in die weiterführenden Schulen hineingetragen.**

Prof. André Baeten von der Hochschule Augsburg berichtete über didaktische Ansätze in seinen Studiengängen zur Faserverbundtechnologie. Vor allem der Praxisbezug durch Exkursionen, Projekte und Firmenbesuche bzw. -beispiele bereite die Studenten auf das Ar-

beitsleben vor und mache zudem auch Spaß. Prof. Karl-Friedrich Reiling von der Hochschule Landshut ergänzte dies noch durch Beispiele aus seinem Lehr-Alltag, in dem das Arbeiten mit echten Beispielen im Vordergrund steht. Wie ein „Curriculum Faserverbund“ entwickelt werden könnte, darüber referierte Prof. Karin Aschenbrücker von der Universität Augsburg. Aus ihrer Erfahrung heraus konnte sie auch einen Zeitrahmen von einem halben bis einem Jahr für die Erstellung eines solchen Curriculums abschätzen.

Über die Inhalte und Systematik im Rahmen des Universitäts-Lehrplanes soll die Didaktik für die Faserverbundtechnologie auch an interessierte Lehrer an Gymnasien weitergegeben werden. Prof. Aschenbrücker sieht hier gute Chancen, die Faserverbund-Inhalte in weitere Lehrpläne einbringen zu können, da diese im

Moment im großen Stil überarbeitet werden. Nächster Schritt der Arbeitsgruppe Didaktik ist die Sichtung vorhandener Lehrpläne und Unterlagen, z. B. aus Berufsschulen und anderen Hochschulen, auch im deutschsprachigen Ausland. Auch die Primärausbildung soll weiterhin berücksichtigt werden. Die inhaltliche Leitung der Arbeitsgruppe hat Dr. Michael Heine, SGL Carbon, übernommen.

Ansprechpartner ist Georg Muschik, IHK Schwaben, Tel.: 08 21-31 62-4 03  
E-Mail: [georg.muschik@schwaben.ihk.de](mailto:georg.muschik@schwaben.ihk.de)



Auftakt zur Arbeitsgruppe „Didaktik“ des CCeV: Bei der IHK Schwaben trafen sich Fachleute und interessierte Mitglieder des Vereins, um ein „Curriculum Faserverbund“ auf den Weg zu bringen.

## Kindergarten-Kinder experimentieren mit Knete und Küchenkrepp

**Wenn kleine Mädchen und Jungen aus Knete Boote bauen und ausprobieren, welche Bootsform das größte Gewicht an Büroklammern aufnehmen kann, ohne in der Wasserschüssel zu sinken, dann sind kleine Forscher am Werk. Denn was nach Kinderspiel aussieht, sind angewandte Phänomene aus Technik und Naturwissenschaften.**

Mit solchen Experimenten fördern Erzieherinnen und Erzieher im Kindergarten bereits bei Drei- bis Sechsjährigen die Neugier auf Naturwissenschaften und Technik. Dieses früh entwickelte Interesse kann den Kindern spätere Berührungspunkte beispielsweise bei der Wahl eines technischen Berufes oder eines Ingenieurstudiums nehmen.

Wie bereits Kindergartenkinder mit altersgerechten Experimenten die Welt der Naturwissenschaften und Technik für sich entdecken können, lernen pädagogische Fachkräfte in Fortbildungs-Workshops der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“. Die Stiftung fördert bundesweit frühkindliche Bildung in den Bereichen Naturwissenschaften und Technik. Sie gründete sich auf Initiative der Helmholtz-Gemeinschaft, von McKinsey & Company, der Sie-

mens Stiftung und der Dietmar Hopp Stiftung. Gefördert wird die bundesweite Ausbreitung des Bildungs-Angebots vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Um die Fortbildungs-Workshops für Erzieherinnen und Erzieher weitgehend kostenfrei und deutschlandweit anbieten zu können, kooperiert die Stiftung mit lokalen Netzwerkpartnern, die in ihrer jeweiligen Region entsprechende Angebote mitfinanzieren und organisieren. Als Netzwerkpartner konnte man Institutionen aus unterschiedlichen Bereichen gewinnen, die sich für naturwissenschaftliche und technische Frühbildung engagieren wollen. Dazu zählen Industrie- und Handelskammern, Handwerkskammern, Unternehmen, Verbände, wie beispielsweise Südwest-Metall, der VDI Münden-Lübbecke, ein Paderborner Ingenieurbüro für Fahrzeugtechnik, der Kreis junger Unternehmer Iserlohn und der Verband der Metall- und Elektroindustrie des Saarlands. Darüber hinaus gehören auch Kindergarten-Träger, Jugendämter und Forschungseinrichtungen zu den Netzwerkpartnern der Stiftung.

In Deutschland arbeiten derzeit 164 lokale Kooperationspartner mit der Stiftung „Haus der

kleinen Forscher“ zusammen. Sie koordinieren die Betreuung von 12.780 Kindergärten, das ist rund ein Viertel aller Kindergärten in Deutschland. Ziel der Stiftung ist es, dauerhaft in allen rund 45.000 Kindergärten in Deutschland die alltägliche Begegnung mit Naturwissenschaften und Technik zu verankern.

Um dieses Ziel zu erreichen, möchte die Stiftung weitere Unterstützer und Partner gewinnen. Engagierte Eltern, Großeltern oder auch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Unternehmen können darüber hinaus in individuellen Bildungs-Patenschaften die Initiative in Kitas unterstützen und dadurch die Forscherfreude der Kinder fördern. Patinnen und Paten können beim Experimentieren helfen, einen Besuch an ihrem Arbeitsplatz oder in einem Mitmachmuseum organisieren.

*Tanja Zagel*

[www.haus-der-kleinen-forscher.de](http://www.haus-der-kleinen-forscher.de)



*Erste Erfahrungen mit der Welt der Technik sammeln Kinder bei der Initiative „Haus der kleinen Forscher“.*

## EADS und Trans-Textil gehen mit VAP® gemeinsame Wege

**Luft- und Gaseinschlüsse in geschlossenen Infusionsverfahren führen zu Schwachstellen in Leichtbauteilen. Das von EADS patentierte VAP®-Verfahren (vacuum assisted process) nutzt die Eigenschaften moderner semipermeabler Membransysteme in hochentwickelten textilen Verbänden, um die Wirkung des Vakuums in der Niederdruckinfiltration auf die gesamte Bauteilfläche umzusetzen. Luft- und Gaseinschlüsse werden so zuverlässig und effizient zu entfernen.**

Für die Entwicklung und Fertigung von VAP®-Membransystemen sowie für die Lizenzierung im Non-Aerospace-Bereich ist die Trans-Textil GmbH Partner von EADS. Die beiden Unternehmen gaben auf der JEC Composites Show in Paris den Startschuss für eine vertiefte Zusammenarbeit bei der Verwertung der VAP-Technologie, die sie über ein gemeinsames Lizenzmanagementsystem zugänglich machen. Das VAP®-Verfahren spielt überall dort seine Stärken aus, wo es um die Serienfertigung komplexer Großbauteile mit hohem Integrationsgrad geht. Die hohe Bauteilqualität ohne Einschlüsse, konstant stabile und gesteuerte Prozessergebnisse sowie die hohe Reproduzierbarkeit ermöglicht im Vergleich zu anderen Infusionsverfahren die wirtschaftlichste Herstellung.

Für die membranunterstützte Niederdruckinfiltration mithilfe von VAP® liefert die Trans-Textil GmbH mit den VAP®-Membransystemen die entscheidende Verfahrenskomponente. Die luft- und gasdurchlässigen Harzbarrie-



*JEC Composites Show 2010 in Paris: Die Partner von EADS und Trans-Textil vor dem in VAP® hergestellten Prototypen des D-Jet-Rumpfes von Diamond Aircraft auf dem Stand des CCEV.*

ren in Verbindung mit hochentwickelten textilen Trägern erlauben die exakte Steuerung des Herstellungsprozesses komplexer Leichtbauteile. Sie sind individuell auf die zentralen Prozessvariablen Gasdurchlässigkeit, Matrixrückhaltung, Temperaturbeständigkeit und Drapierfähigkeit abgestimmt. Semipermeable VAP®-Membransysteme sind durchzogen mit kleinsten Durchlässen. Unter Vakuum lassen sich Luft- und Gaseinschlüsse zuverlässig entfernen, das großmolekulare Harz bleibt hingegen stabil in der Form.

Qualitätsgesicherte VAP®-Membransysteme von Trans-Textil sind für unterschiedliche Harztypen und Verfahrensvarianten im eigenen Labor unter realistischen Verfahrensbedingungen erprobt und werden in Zusammenarbeit mit EADS technologisch ständig weiterentwickelt. Das Fließverhalten der Matrix ist im VAP®-Verfahren durch das ausgeglichene Vakuum sehr homogen. Die großflächige Wirkung des Unterdrucks an allen Kontaktstellen des Membransystems erlaubt das Entfernen von „Dry Spots“ auch noch nach Abschluss der Infiltration ohne Reduktion des Vakuums. Mit dem verbesserten Fließfrontenmanagement lässt sich der gewünschte Faservolumengehalt ohne

Dickenschwankungen oder Porosität exakt erreichen.

Zusätzliche Konfektionslösungen und Neuentwicklungen erweitern die anwendungsorientierten Einsatzmöglichkeiten der Membransysteme für VAP®. Ecken und Kanten hoch integraler Bauteile stellen für die flexiblen Membransysteme kein Problem dar. VAP® Strips können individuell an den Kundenwunsch in verschiedenen Breiten an die genauen Vorgaben der Konstruktion angepasst werden. Durch die Integration mehrerer Schichten des VAP®-Aufbaus in der Produktgruppe VAP® multilayer wird die Handhabung wesentlich erleichtert, der Mehrschichtaufbau spart deutlich Zeit und das Prozessergebnis wird verbessert.

Lizenzierte VAP®-Partner genießen einen umfangreichen Service vom ersten Kontakt über die Beratung bei der Implementierung bis hin zur laufenden Betreuung. Als weiterer Partner im VAP-Kompetenznetzwerk kümmert sich die Comosyst GmbH um den technischen Support. „Wir bieten interessierten VAP-Anwendern eine umfangreiche Beratung zur Bewertung des Verfahrens, unterstützen bei der Einführung und erfolgreichen Umsetzung und begleiten unsere Partner laufend mit technischem Prozess-Know-how“, erklärt Geschäftsführer Stefan Utecht, der auf langjährige Erfahrung mit VAP® bauen kann. Zudem bietet das Unternehmen unter dem Titel „Fit for Composites“ entsprechende Schulungen auf allen Ebenen an – vom Ingenieur bis zum Werker.

**Mag. Andreas Hänsch**  
[www.vap-info.com](http://www.vap-info.com)



## Carbo-Link und Huntsman: Partner im Yachtbau

Carbo-Link, ein führendes Unternehmen für Composite Engineering in der Schweiz, verwendet ein Araldit-System für die Produktion von hochbelastbaren, extrem steifen, leichten und dauerhaften Zugelementen für Yacht-Riggs. Diese neue Technologie bietet außerdem einen geringen Luftwiderstand und hohe Witterungsbeständigkeit. So wird sichergestellt, dass die Yacht auch schlechtem Wetter und hohem Seegang standhält. Das Ergebnis ist eine Spitzenyacht mit hervorragenden Eigenschaften.

Die Carbo-Link-Technologie basiert auf einem speziellen Polymermatrix/Carbonfaser-Composite. Zugkabel wiegen nur ein Viertel vergleichbarer Metallkabel, ermüden und kriechen nicht, sind ausreichend Feuchtigkeits- und UV-beständig und äußerst langlebig. Carbo-Link hat Araldit® XB 3515, ein Hot Melt Epoxidharz, und Aradur® 5021, einen Härter auf Polyaminbasis, als Prepreg-System ausgewählt. Diese Entscheidung basiert auf den generell exzellenten mechanischen Eigenschaften des Aralditsystems, wie Festigkeit und Steifigkeit, sowie dem problemlosen Verarbeiten.

Carbonfasern werden mit dem Araldit®-System vorimprägniert und anschließend kontinuierlich um die Endfittings gewickelt. Jedes Kabel wird dann mittels des Carbo-Link-Prozesses komprimiert und ausgehärtet.

Das Wichtigste dabei ist die Auswahl der geeigneten Faserarten und Faserqualitäten, was die Optimierung der Kabel hinsichtlich Festigkeit und Steifigkeit ermöglicht. Der Querschnitt und die Steifigkeit der Kabel kann über die Länge des Kabels verändert werden.



Riggs vorher (links) und neue Carbo-Link-Riggs direkt nach der Nachrüstung.

Die neue Technologie eignet sich für Riggs einer Vielzahl von Hochleistungs-Verbundyachten für stehendes Gut (Wanten, Spanten), Stags und Strukturelemente von Bootskörper und Rigg.

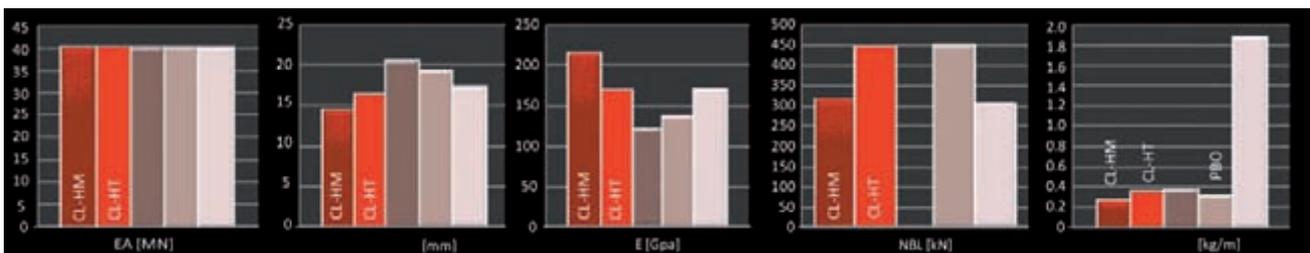
Verglichen mit anderen Materialien für stehendes Gut wie etwa PBO, andere gebündelte Carbon-Zugelemente, nutzen sich Carbo-Link-Kabel nicht ab, und können so für z. B. mehrere Weltumseglungen verwendet werden.

Diagramme (siehe Abb.) vergleichen zwei Carbo-Link Kabel, eines mit mittlerem Elastizitäts-Modul (CL-HT) und eines mit hohem Modul (CL-HM), für eine äquivalente Rigg-Steifigkeit. Für alle Riggs aus Verbundmaterialien ist die nominale Bruchlast (NBL) vor

allem ein Ergebnis aus Endverarbeitung und weniger des Kabeldurchmessers.

Carbo-Link kann gezielt Kabel für verschiedenste Anwendungen produzieren. Das Unternehmen verwendet z. B. das Araldit®-System XB 3515 / Aradur® 5021 für die Produktion von Carbonkabeln des Liebherr LR 1300 Rauenkrans zum Anheben von extremen Lasten von bis zu 200 Tonnen Kapazität.

**Benjamin Wiekenberg**  
[www.huntsman.com](http://www.huntsman.com)



Vergleich zweier Carbo-Link-Kabel (CL-HM und CL-HT) bei verschiedenen Riggsystemen für einen konstanten EA: Die Diagramme zeigen deutlich, dass das Carbo-Link System leichter ist und einen kleineren Durchmesser hat als andere Produkte mit gleicher Steifigkeit.

## Hufschmied-Fräsertechnologie für CFK-Bauteile: 28% Kostensenkung begeistert Premium Aerotec

**Die Reduktion des Verbrauchs und der Emissionen führt in der Automotive- und Aerospace-Industrie immer stärker zum Einsatz von besonders leichten und gleichzeitig hochresistenten Werkstoffen. Die Verarbeitung dieser Verbundwerkstoffe stellt dabei auch besondere Anforderungen an die Werkzeughersteller.**

Das Unternehmen Hufschmied hat sich in den letzten Jahren zu einem der innovativsten Hersteller von High Performance-Fräswerkzeugen und damit zu einer festen Größe für die Automobil- und Flugzeugbau-Industrie entwickelt. Gefordert durch den Siegeszug von leichten und gleichzeitig hochresistenten Werkstoffen wie Carbon-Verbundstoffen hat Hufschmied in enger Zusammenarbeit mit Bauteilezulieferern eine neue innovative Werkzeug-Generation entwickelt. Bauteile aus CFK-Materialien werden heute individuell auf ihre Leistungsanforderungen z.B. in punkto Festigkeit, Temperaturresistenz oder Gewichtsoptimierung entwickelt. Anders als bei Bauteilen aus klar spezifizierten Metallen sind die Anforderungen in der Bearbeitung hier sehr unterschiedlich. Große Probleme gibt es häufig in der Bearbeitung von Bohrungen oder Senkungen für Nieten, wo es durch Ausfaserungen, Rissen oder Narben zu Ausschuss oder kostenintensiven Nacharbeiten kommt.

Premium Aerotec trat vor zwei Jahren mit genau diesen Problemstellungen an Hufschmied heran. Beim Bohren von Senkungen für Nieten in der Bearbeitung von Rumpf-Mittelteilen aus CFK HTS kam es mit Werkzeugen eines anderen Anbieters immer wieder zu Rissen und Narben im Gefüge. Bis dato verwendete Premium Aerotec PKD Senkwerkzeuge mit zwei und drei Schneiden. Hufschmied ging mit aller Erfahrung und Entwicklungskompetenz an diese neue Aufgabe. Zunächst wurden Bohr-Tests mit der Hufschmied Fiber-Drill Technologie durchgeführt, wie sie bereits bei zahlreichen CFK-Bearbeitungen erfolgreich eingesetzt wurde. Diese zeigten bereits deutliche Verbesserungen in Qualität und Produktivität. Das Hufschmied-Entwicklungsteam sah allerdings noch weiteres Optimierungspotenzial und integrierte in den Fiber-Drill-Bohrer noch einen Fiber-Shark-Senker, so dass statt zwei

Bearbeitungsschritten ein integrierter Prozess möglich wurde. Diese Innovation wurde wechselseitig im Hufschmied Labor und bei Premium Aerotec mit Joachim Matz und Kai Melchert zur Serienreife entwickelt.

Mit der neuen Produktlinie steht nun ein kombinierter Bohr-Senker für CFK-Werkstoffe zur Verfügung, der die Qualitätsvorgaben in der Senkung und in der Bohrung absolut prozesssicher erfüllt. Durch die Eliminierung des Vorbohrprozesses konnte darüber hinaus eine Kostenreduzierung von 28 % pro Bauteil erreicht werden.

Durch die patentierte nanokristalline Diamantbeschichtung DIP werden mindestens 3000 Bohrungen pro Werkzeug möglich, was alle bekannten Standzeiten von Bohrungen in CFK deutlich übertrifft und bislang bekannte Delaminationsprobleme am Ein- oder Austritt der Bohrung vergessen macht.

Die zu bearbeitenden Bauteile finden ihren Einsatz im Airbus A380, A400M, im Boeing Dreamliner sowie zukünftig auch im A350. Mit der Serienfreigabe durch Premium Aerotec hat das Unternehmen erneut seine außergewöhnlichen Fähigkeiten in der CFK-Bearbeitung unter Beweis gestellt.

Das Ergebnis übertrifft alle Erwartungen von Premium Aerotec:

- 28 % Kostensenkung pro Bauteil
- Absolute Prozesssicherheit
- Höchste Qualität der Bearbeitungen
- Markante Erhöhung der Standzeiten

„Der schnellste Weg der Kostenreduzierung,“ so Geschäftsführer Ralf Hufschmied, „führt über ein unverbindliches Beratungsgespräch mit unseren Experten, in dem Werkstoffe und Anforderungen analysiert und die Zielsetzungen definiert werden.“

Hufschmied Zerspanungssysteme mit Sitz in Bobingen bei Augsburg hat sich auf die Entwicklung und Fertigung von High Performance Fräswerkzeugen spezialisiert. Über 25 Jahre Erfahrung in der Zerspanung sind dabei die Grundlage für fundierte Prozessberatung, erstklassige Produktlösungen und anwendergetriebenem Service. Die Produktbereiche gliedern sich in Fräser und Bohrer für die Kunststoffbearbeitung und Fräser für den Werkzeug- und Formenbau. Getreu dem Unternehmensmotto „Hufschmied. Ihr täglicher Vorteil!“ hat das Unternehmen in ein HSC-Technologiezentrum investiert, in dem Praxistests durchgeführt und neue Technologien entwickelt werden. Wichtiger Bestandteil der Serviceleistungen sind anwenderorientierte Schulungen, die Hufschmied sowohl kundenspezifisch als auch frei buchbar in Tagesseminaren anbietet. Während Hufschmied seine Position als Spezialist für Hochleistungsfräser im Werkzeug- und Formenbau konsequent aufbaut, sieht sich das Unternehmen mit Fräs- und Bohrwerkzeugen für die Kunststoffbearbeitung bereits als Marktführer in Europa.

*Ralph Hufschmied, [www.hufschmied.net](http://www.hufschmied.net)*





## Leichtbaupionier Audi stellt sich den Herausforderungen der Zukunft

**Was auf dem Sektor Leichtbau möglich ist, stellt Audi mit dem R8 GT eindrucksvoll unter Beweis. Die Entwickler der quattro GmbH reduzierten das Fahrzeuggewicht des Supersportwagens im Vergleich zum Audi R8 noch einmal um 100 Kilogramm. Möglich macht dies unter anderem die intelligente Verbindung aus Audi Space Frame-Bauweise (ASF) und Karosserieteilen in Carbon.**

Bei der ASF-Technologie integriert ein Gerüst aus Strangpressprofilen und Gussknoten die Aluminiumbleche form- und kraftschlüssig – der Motorrahmen besteht aus ultraleichtem Magnesium. Die Heckklappe ist aus Kohlefaser-verstärktem Kunststoff (CFK) gefertigt, was einen Gewichtsvorteil von 6,6 Kilogramm ergibt. Heckstoßfänger und Sideblades sind ebenfalls aus CFK-Material gefertigt, dies spart nochmals 6,7 Kilogramm ein. Durch das geringe Gewicht und die guten Festigkeitseigenschaften sind Faserverstärkte Kunststoffe der ideale Werkstoff für eine Kleinserienfertigung wie beim Mittelmotorsportwagen R8 GT. Audi besitzt eine langjährige Erfahrung auf dem Gebiet Leichtbau. So war es naheliegend, das erste CCeV Automotive Forum im Juni 2010 bei Audi in Neckarsulm zu veranstalten. Die Entwickler des Audi-Leichtbauzentrums, das in Neckarsulm sitzt, beschäftigen sich seit rund 30 Jahren mit dem Thema.

Als erster Automobilhersteller hat Audi den Werkstoff Aluminium für den wirtschaftlichen Einsatz in der Großserie entwickelt – Ergebnis war die Audi Space Frame-Technologie. Dieses Know-how dient als Basis für den effizienten Einsatz von faserverstärkten Kunststoffen. Analog der ASF-Technologie entwickelt das Unternehmen in enger Kooperation mit Forschungsinstituten und kompetenten Industriepartnern die Faserkunststoff-Technologie entlang der gesamten Leichtbau-Prozesskette weiter. Das Material soll neben Aluminium und Stahl als integraler Bestandteil die Leichtbaustrategie des Unternehmens ergänzen, um die jeweils beste Wertschöpfung zu erzielen. „CFK ist ein anisotroper Werkstoff – also ein Material, dessen Steifigkeits- und Festigkeitseigenschaften von der Ausrichtung der Fasern im Bauteil abhängig sind“, erklärt Heinrich Timm, Leiter des Audi-Leichtbauzentrums. „Da das Leichtbaupotential von CFK stark von der Art der Bauteilbelastung im Fahrzeug abhängt, kann der Gewichtsvorteil für eine Karosseriestruktur in CFK bis zu 25 Prozent ausmachen.“

Leichtbau hat bei Audi eine lange Tradition: Zu Beginn der 1980er Jahre definierte das Unternehmen den automobilen Leichtbau nachhaltig als strategisches Projekt. 1994 präsentierte die Marke mit den vier Ringen den Audi A8 – das weltweit erste Oberklassemodell, des-

sen Karosserie komplett aus Aluminium besteht. Mit dem Audi A2 ging 1999 die Aluminiumbauweise in die Großserie.

Die Entwickler arbeiten schon seit Jahren mit CFK: Schon 1984 bestand die Karosserie des Audi quattro S1, mit dem Walter Röhrl die 156 Kurven des Pikes Peak in Colorado (USA) erstürmte, zu großen Teilen aus Faserverbundstoffen. Bis heute ist das Thema Leichtbau untrennbar mit dem Motorsport verbunden: Der Audi R8 LMS besitzt eine ASF-Karosserie mit ausgewählten CFK-Komponenten. Die Karosserien des Audi R15TDI sowie des Audi A4 DTM bestehen vollständig aus CFK.

Auch auf dem Feld der Elektromobilität spielt Leichtbau eine entscheidende Rolle. Das Mehrgewicht, das durch den Bedarf an zusätzlichen Batterien entsteht, muss weitgehend durch ein intelligentes Gesamtfahrzeugkonzept kompensiert werden. So vereint das erste rein elektrisch angetriebene Modell, Audi e-tron, alle Leichtbaugene in sich.

Leichtbau als strategisches Projekt: „Wir arbeiten daran, die Leichtbaupotentiale des innovativen Werkstoffs CFK durch werkstoffadäquate Fertigungskonzepte zu optimieren und den Einsatz auf weitere Fahrzeugsegmente außerhalb der Sportfahrzeuge auszudehnen“, betont Timm.

*Toni Guggemos, [www.audi.de](http://www.audi.de)*

## Roboter – die preisgünstige Alternative?

**Kürzlich abgeschlossen hat die Fokker Aerospace Group aus Hoogeveen (Niederlanden) die erste Testphase zur robotergestützten Produktion eines thermoplastischen Verbundwerkstoffes aus Kohlenstofffasern. Markant sind nach ersten Erkenntnissen nicht nur die neuen Möglichkeiten beim Produktdesign, sondern auch die industriellen Möglichkeiten der Produkt-Herstellung aus Verbundwerkstoffen. An entscheidender Stelle stützt sich das Verfahren auf die CNC-Simulationssoftware VERICUT respektive die maschinenunabhängige Composite-Software für Programmierung und Simulation von AFP-Anlagen.**

Die effiziente Produktion großer Bauteile ist derzeit eines der wichtigsten Themen für Unternehmen der Verbundwerkstoff-Industrie. Im Besonderen befassen sie sich mit zunehmend aufwendigen und komplexen Methoden für die Herstellung von Produkten aus kohlenfaserverstärkten Kunststoffen (CFK). Durch ihr geringes Gewicht sind sie für den Leichtbau von Großstrukturen prädestiniert. Zugleich zeichnen sie sich neben sehr hoher Festigkeit und Steifigkeit durch Beanspruchbarkeit, gute Dämpfungseigenschaften, neue Möglichkeiten des Recyclings sowie gutmütiges Ermüdungsverhalten aus.

Traditionell vor der Aushärtung per Hand verlegt, hat das Zusammenfügen der CFK-Werkstoffe im Laufe der Jahre eine Wandlung erfahren. Zum Einsatz kommen vermehrt Gantry-type-Maschinen und große Fiberplacement-Maschinen (CNC-Faserlegemaschinen). Die bevorstehende Automationswelle – weg von manuellen Arbeitsabläufen hin zum Robotereinsatz – dürfte der bestimmende Faktor für den Weg der Carbonfaser-Produkte in den Massenmarkt sein. Die aktuelle Herausforderung: Wie lassen sich erzielte Ergebnisse kostengünstig reproduzieren?

Zur Lösung dieses komplexen Problems hat sich eine Vielzahl von Bluechip- und Regierungs-Initiativen in der Branche formiert – der Fokker-Ansatz wurde unter dem Dach der TAPAS entwickelt (Thermoplastic Affordable Primary Aircraft Structures). Das Projekt bildet die Zusammenarbeit zwischen Airbus und wichtigen Protagonisten der niederländischen Industrie ab. TAPAS befasst sich mit Entwicklung und Qualifizierung neuer Design-Techni-

ken, mit Fertigungs- und Montageprozessen sowie der dauerhaften Etablierung thermoplastischer Materialien im Markt. Mit dem Einsatz eines Roboters will Fokker eine Schlüsseltechnologie entwickeln, die die gleiche Arbeit zu einem Bruchteil der Kosten realisiert und Platz sparend konzipiert ist.

Angesichts des Preisgefüges ein Gebot der Stunde: Die Preise für typische Industrieroboter liegen bei 100.000 Euro, während sich moderne Fiberplacement-Maschinen in Regionen über 1.000.000 Euro bewegen. Weil der Arbeitsbereich eines Roboters auf Grund seiner insgesamten Größe auf einige Meter begrenzt ist, will Fokker eine Kolonne von Robotern für voll skalierbare Lösungen beim Lay-Up von Großteilen synchronisieren.

Zwar gibt es bereits einige frühe Roboter-Technologien für diese Anwendung, das Fokker-Konzept stellt aber insofern eine neue Lösung dar, als es den Niederländern gelungen ist, einen Standard-Fanuc-Roboter mit einem Verlegekopf für die CFK-Verwendung zu konfigurieren, unter Einbeziehung eines Ultraschall-Brenners für lokal begrenztes Schweißen einzelner Lagen. Die aktuell damit produzierten Teile sollen das Konzept

lichen Nachteile der konventionellen Methode, seine eigene Technologie zu entwickeln. Als Schlüsseltechnologie kann hier der Ultraschall-Brenner gelten, der in etwa so groß wie ein Kugelschreiber ist. Zwar gibt es mehrere Alternativen zu dieser Methode, jedoch sind Ultraschall-Brenner viele Jahre beim manuellen Lay-Up zum Einsatz gekommen; so ist das eine gut etablierte Technik, relativ günstig, sicher und umweltfreundlich.“

Während die Maßhaltigkeit des Systems nicht mit den Ergebnissen großer Maschinen-Hersteller konkurrieren kann – mit 0,1 mm im Gegensatz zu Genauigkeiten im Mikrometer-Bereich – lässt sich eine beträchtliche Menge an Informationen zurückgewinnen durch den intelligenten Einsatz von Encodern und Feedback-Schleifen zur sorgfältigen Überwachung und Steuerung der Aktorpositionen. Ohnehin arbeitet das System genau genug für die bisher entwickelten Anwendungen.

An dieser Stelle kommt CGTech ins Spiel. Seit dem Jahr 1992 nutzt Fokker die CNC-Simulationssoftware VERICUT von CGTech in der Zerspanungstechnik und versucht die Anwendung seit Mai letzten Jahres auf die Composite-Produkte auszuweiten. Denn ebenso



termauern – man konzentriert sich derzeit auf die Oberflächen von Flügeln und Rudern. Sobald weitere Fortschritte zu verzeichnen sind, wird die Technologie auch auf andere Applikationen angewendet.

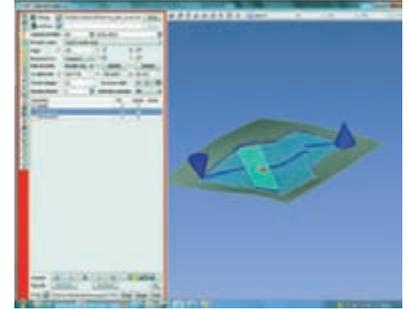
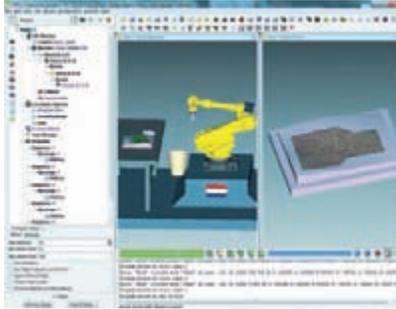
„Wir hatten eigentlich erwartet, dass Fokker in eine herkömmliche Fiber-Lay-up-Maschine investieren würde“, erklärt CGTech Sales Engineer Lee Fowkes, „aber dann entschied sich das Unternehmen, auf Grund der offensicht-

wie die Ingenieure und Techniker den kritischen Faktor Kosten im Blick haben, müssen die vom Roboterarm durchgeführten Prozesse in höchstem Maße reproduzierbar sein, um sich für die breiter angelegte Produktion zu eignen. Ebenso gilt es, die Vorteile der gegebenen Flexibilität des Systems voll auszunutzen. Trotz des komplexen Anforderungsprofils berichtet CGTech Sales Engineer Lee Fowkes von einem im Prinzip einfachen Prozess durch die

Verwendung zweier Standard-Module – VERICUT Composite Programming (VCP) und VERICUT Composite Simulation (VCS). Besonderheit der VERICUT-Composite-Software, auf die unter anderem Spirit AeroSystems, ein Hauptlieferant von Boeing, zurückgreift, ist ihre Kompatibilität mit allen Maschinen. Genau so, wie eine moderne CAD/CAM-Anwendung auch verschiedene CNC-Maschinen unterstützt, erfolgte die Auslegung der VERICUT Composite Programming & Simulation-Software unabhängig von jeder speziellen CNC-Faserlegemaschine.

Das Konzept hat sich bei den typischen Fiberplacement-Maschinen bewährt, allerdings konzentriert man sich derzeit auf sechssächsige Roboter-Bewegungen und generiert einen spezifischen Postprozessor, um die Korrektheit des Programms zu gewährleisten. Grundsätzlich liest VCP die Informationen über CAD-Oberflächen und Lagenkonturen aus und fügt Material hinzu, um die Lagen entsprechend den benutzerspezifischen Herstellungsstandards und -vorgaben zu erfüllen. Die Ablegebahnen sind miteinander verknüpft und bilden definierte Ablegefolgen. Sie werden als NC-Programme für die automatisierte Ablegemaschine ausgegeben.

„Da steckt eine Menge Mathematik hinter“, so Fowkes, „zumal der Sprung von der Metallwerkstatt ins Labor der Verbundwerkstoffe größer war, als man zunächst erwarten würde. Wir arbeiteten in erster Linie mit Kunststoff-Experten und Chemikern zusammen, weniger mit CNC Mechanikern, das war eine ziemliche Herausforderung. Den Großteil unserer Arbeit erbrachten wir mit dem Systemintegrator Boikon, einem niederländischen Automations-Spezialisten, der auch die Einbaurahmen und Werkzeuge montierte, bei denen teils die Integration von zusätzlichen Achsen erforderlich war, ebenso wie eine rotierende Trommel für Teile der Vorderkante.“ Einmal in Betrieb, ist der gesamte Programmier-Prozess ein schneller und einfacher Vorgang, so Fowkes. Beispiel Freiformflächen:



Von CGTech wurde mit der VERICUT Composite Software eine neue, maschinenherstellerunabhängige Software für die Programmierung und Simulation automatisierter Fiberplacement-Maschinen entwickelt. Sie besteht aus zwei unabhängigen Einzelanwendungen: VERICUT Composite Programming (VCP) und VERICUT Composite Simulation (VCS).

„Vom Laden der nativen CATIA- oder STEP-CAD-Modelle über die Festlegung der Grenzwerte über das Ablegen, bis hin zur Verknüpfung in der gewünschten Reihenfolge sowie zur Erstellung des NC-Programms werden nur wenige Minuten benötigt. Im Anschluss erfolgt die Umwandlung für den Fokker-Roboter.“ Teil zwei der Paketlösung stützt sich auf VERICUT Composite Simulation (VCS). Die Software simuliert – wie der Name bereits andeutet – den gesamten Prozess, um sicherzustellen, dass Teile effektiv hergestellt werden. Nachdem VERICUT bereits zuvor erfolgreich in der Roboter-Fertigung über Jahre hinweg eingesetzt wurde, brauchte es seitens CGTech hier nur noch weniger Kniffe, um VCS auf die neuen Prozesse und Verfahren der Verbundwerkstoffherstellung einzustellen. VCS liest CAD-Modelle und NC-Programme – generiert entweder von VCP oder von beliebigen Programmiersystemen für die Erzeugung von Ablegebahnen für Verbundwerkstoffe – und simuliert die Programmabfolge auf einer virtuellen Maschine. Das Material wird über NC-Programmanweisungen in einer virtuellen CNC-Simulationsumgebung auf die Ablegeform aufgebracht. Das simulierte Material, das auf die Form aufgebracht wurde, kann beispielsweise auf Materialstärke, Luftspalten oder Überlappung hin gemessen und un-

tersucht werden. So wird sichergestellt, dass das NC-Programm die Herstellungsstandards und -vorgaben einhält.

„Im Hinblick auf die Simulation von Verbundwerkstoffen denke ich, dass wir alle großen Probleme gelöst haben“, konstatiert Fowkes. „Die große Herausforderung ist meines Erachtens nach die Entwicklung eines automatisierten Lay-up-Systems, das genau so flexibel und erschwinglich ist wie die manuelle Lay-up-Lösung. Es gibt augenblicklich mehrere konkurrierende Technologien – und all diese Experten versuchen, ein- und dasselbe Problem zu lösen.“

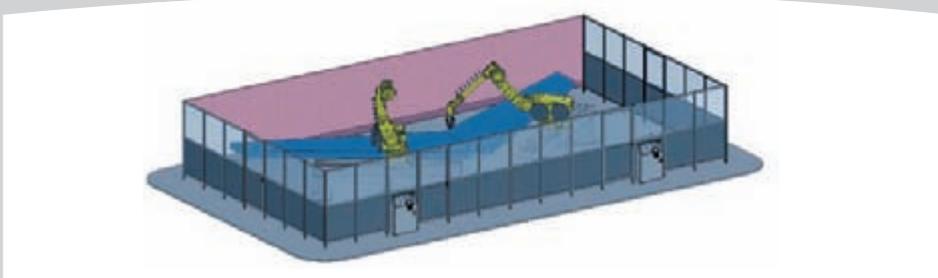
Arnt Offringa, F&E-Direktor bei Fokker Aerostructures, fügt hinzu: „Die richtige Lösung hängt von Größe, Form und Losgröße des jeweiligen Produkts ab. Wenn Sie ein Produkt von überschaubarer Größe in geringer Stückzahl fertigen, sagen wir einmal eine Business-Jet-Klappe mit Abmaßen von 80 cm x 300 cm, dann kann eine Robotic-Lösung der richtige Weg sein. Aber wenn Sie etwas größer planen, auch von der Stückzahl her, wie bei einem Heck- oder Rumpfteil, sind Systeme mit mehreren synchronisiert arbeitenden Robotern für unterschiedliche Materialbreiten eher angemessen.“

Und in der Tat: Nachdem das Pilotprojekt für Generierung und Prüfung der NC-Programme für die erste Roboter-Lösung erfolgreich abgeschlossen wurde, beauftragte Fokker CGTech und Boikon mit der Konzeption einer größeren Fertigungszelle mit mehreren parallelen Bändern.

**Phillip Block**

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

[www.cgtech.de](http://www.cgtech.de) / [www.tapasproject.com](http://www.tapasproject.com)



## Neuer Geschäftsführer am IVW

Am 2. August 2010 hat Prof. Dr.-Ing. Ulf Paul Breuer die Geschäftsführung der IVW GmbH in Kaiserslautern übernommen. Das Institut für Verbundwerkstoffe ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung des Landes Rheinland-Pfalz mit rund 100 Mitarbeitern. In den Abteilungen Berechnung und Konstruktion, Werkstoffwissenschaft und Verarbeitungstechnik werden neue Anwendungen für Verbundwerkstoffe für nahezu alle technischen Bereiche und Branchen entwickelt und getestet. Für die Technische Universität Kaiserslautern engagiert sich das Institut auch in der Lehre.

Professor Breuer war nach seiner Promotion am IVW 1997 13 Jahre lang in unterschiedlichen Funktionen bei Airbus tätig, zuletzt in der Entwicklungsleitung eines neuen Verkehrsflugzeuges in Faserverbundbauweise in Toulouse.

Seine besonderen Anliegen sind sowohl der weitere Ausbau der Zusammenarbeit der IVW GmbH mit der Wirtschaft als auch die Verfügbarkeit neuer Bauweisen, überlegener Werkstoffe und effizienter Techniken in den Betrieben. Einen Schwerpunkt bildet die Funktionsintegration von mechanischen, chemischen, elektrischen, thermischen und weiteren Eigenschaften der Verbundwerkstoffe, um sie für den jeweiligen Einsatzbereich und eine wirtschaftliche Fertigung maßzuschneidern.

*Ilona Pointner*  
[www.ivw-uni-kl.de](http://www.ivw-uni-kl.de)



*Prof. Dr.-Ing. Ulf Paul Breuer, Geschäftsführer der IVW GmbH in Kaiserslautern*

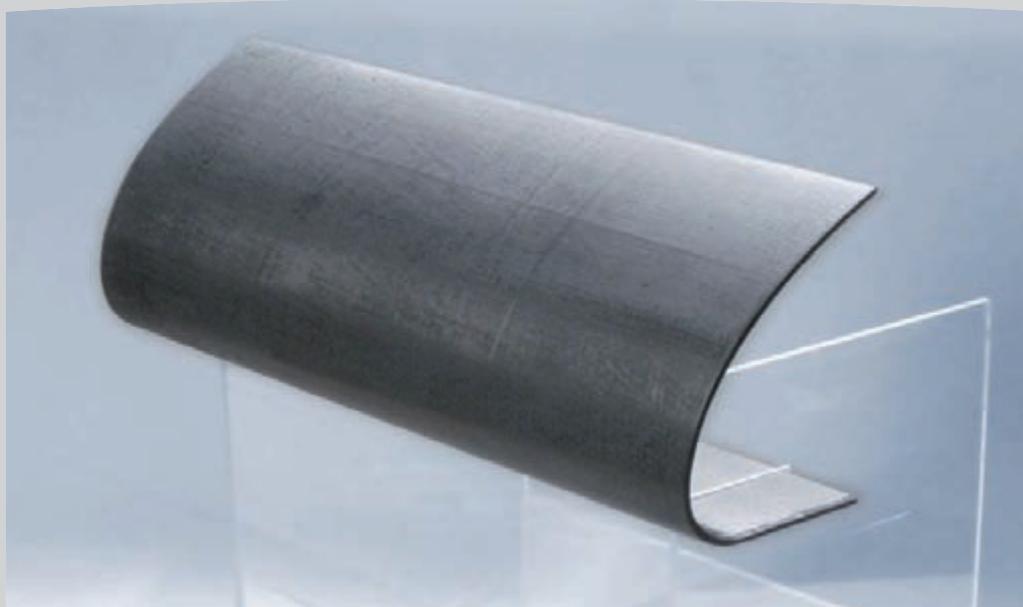
## GKN Aerospace: „Hotspot“ der Mikrowellen

**Bereits seit 2005 arbeitet GKN Aerospace zusammen mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) an der Erforschung der Mikrowellentechnologie zur Aushärtung von Faserverbundwerkstoffen. 2006 wurden diese Bestrebungen im Rahmen des BMBF Projektes „Optimierte Fertigung von Faserverbundstrukturen mit modularen Mikrowellenhärtungsanlagen“ weitergeführt und vertieft. Im Rahmen dieses Projekts ist es GKN Aerospace München und dem KIT gelungen, einen Mikrowellen-Durchlauferhitzer für die Erwärmung von Luftfahrt Harzsystemen mittels Mikrowellenstrahlung zu entwickeln. Der potentielle Einsatz des industriereifen, modularen Systems liegt im Bereich der Infusionstechniken von beispielsweise RTM oder VAP®.**

Durch den Erwerb des weltweit ersten industriellen Hephaistos-Mikrowellenofens, bereits innerhalb des BMBF Projekts, konnte GKN schließlich eine Vorreiterrolle in der Weiterentwicklung der Mikrowellenprozessierung von Faserverbundwerkstoffen einnehmen. Innerhalb des GKN-Projektes MARCO (Microwave Advanced Research for Composites)

werden die gewonnenen Erkenntnisse auf seriennahe Bauteile übertragen und der Mikrowellenprozess verfeinert. An dem BMBF-Projekt waren industrielle Partner und Institute beteiligt. Inhalte waren die grundsätzliche Prozessanalyse, sowie Materi-

al- und Werkzeuguntersuchungen. In diesem Rahmen wurde der Mikrowellen-Injektor entwickelt. Er kann als kompakte, modulare Einheit zwischen dem Harzreservoir und dem zu injizierenden Bauteil integriert werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, das modula-



*Mikrowellen-gehärtetes GKN-Exponat auf der JEC 2010*

re System mit einer bestehenden Harz-Injektionsanlage zu kombinieren.

Der Mikrowellen-Durchlauferhitzer ermöglicht die schnelle Anhebung der Harztemperatur, auf nur 40 cm Länge, um bis zu 100°C. Somit können Harz-Injektionstemperaturen von bis zu 160°C realisiert werden. Ein großer Vorteil eines solchen Mikrowellensystems liegt in der signifikanten Herabsetzung der Harzviskosität, wodurch hochkomplexe Bauteilkavitäten mit niedrigerpermeablen Sektionen problemlos infiltrieren werden können. Durch die Regelung der Injektor-Austrittstemperatur kann eine über den gesamten Injektionsprozess konstante Harz-Injektionstemperatur gewährleistet werden. Außerdem kann die ansonsten bei 160°C stark reduzierte Verarbeitungszeit wesentlich erhöht werden, da das Harzsystem im Harzreservoir lediglich auf fließfähige 60°C temperiert werden muss und die eigentliche Injektionstemperatur erst kurz vor der Infiltration erreicht wird.

Der Mikrowellen Durchlauferhitzer konnte seine Praxis-Tauglichkeit bereits bei der Testinjektion eines RTM-Serienbauteils unter Beweis stellen. Das Ergebnis steht einem

konventionell hergestellten RTM-Bauteil in Nichts nach. Diese Entwicklung ist eine vielversprechende Möglichkeit das Anwendungsfeld der Infusionstechnik auf Bauteile zu erweitern, die bisher mit dieser Technik nicht realisierbar waren.

Zur unmittelbaren Anwendung der bislang gewonnen Erkenntnisse im Bereich der Mikrowellenprozessierung startete GKN Aerospace das interne MARCO-Projekt schon vor dem Auslaufen des BMBF Projekts. Bereits kurze Zeit später, auf der JEC 2010 in Paris, wurden die Besucher des Standes der Vötsch Industrietechnik durch ein dort präsentiertes GKN-Exponat in Erstaunen versetzt. Bei dem Exponat handelte es sich um ein seriennahes Kohlefaserbauteil, welches nur unter Vakuumdruck in einem Mikrowellenofen ausgehärtet wurde, der erst Anfang 2010 bei GKN Aerospace in München durch Vötsch Industrietechnik installiert wurde.

Konventionell wird dieses Bauteil in einem Autoklav-Verfahren hergestellt, wobei die Prozessdauer bei ca. 8,5 Stunden liegt, da die Wärmeübertragung über die Umgebungsluft, den Werkzeughinterbau sowie das Werkzeug

selbst mit max. 1,5°C/min erfolgt. In ungefähr der Hälfte dieser Prozessdauer entstand das vorgestellte GKN-Exponat. Die Mikrowellen-Technologie bietet den großen Vorteil, dass nur das Bauteil erwärmt wird. Da die Umgebungsluft und das Werkzeug nicht direkt erwärmt werden müssen, sind Aufheizraten von 10°C/min erreichbar. Die daraus resultierende Verkürzung der Prozessdauer kann die Produktivität enorm steigern.

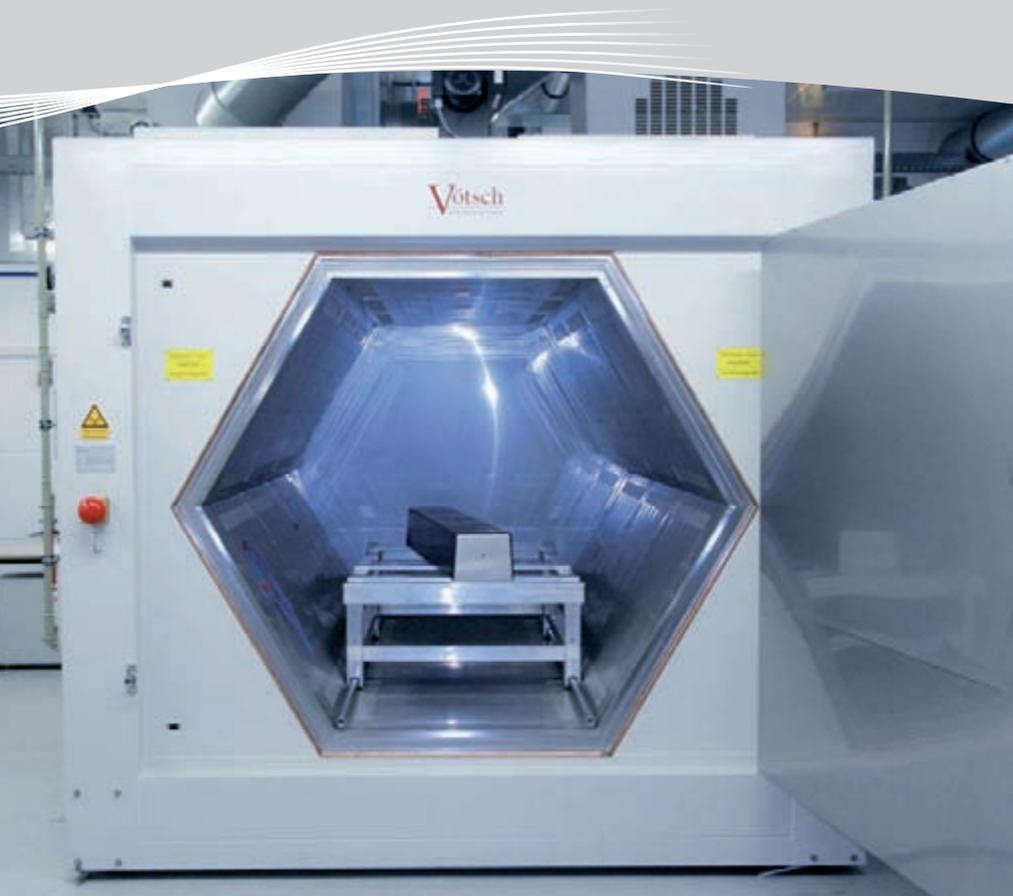
Somit reagiert GKN schon jetzt auf die zu erwartenden Herausforderungen bei der Entwicklung der neuen Flugzeugprogramme, hinsichtlich Fertigungskosten und Kadenzsteigerung.

Ein weiterer Vorteil der Mikrowellentechnologie liegt in der Energieersparnis, da die erzeugte Wärme direkt im Bauteil entsteht und somit einen viel höheren Wirkungsgrad erzielt. Weiterhin entfallen durch die ausschließliche Verwendung von Vakuumdruck zur Aushärtung der Bauteile auch zusätzliche Druckmedien wie sie im Autoklav benutzt werden. Insgesamt könnten somit die Investitionen in Anlagen, Fertigungsfläche und Werkzeuge, sowie die Prozesskosten durch Energie- und Zeitersparnis, extrem gesenkt werden. Wichtigster Meilenstein des Projektes war die Beschaffung und Installation des international patentierten Mikrowellensystems der Vötsch Industrietechnik.

Die Mikrowellenanlage hat ein Volumen von 7.000 Litern und bietet Platz für Bauteile mit Abmessungen von bis zu 2,6m x 1,5m. Vor allem die Entwicklung von mikrowellentauglichen Werkzeugen und die Verarbeitung von out-of-autoclave Materialien stehen hier im Mittelpunkt.

Als eines der ersten Industrieunternehmen ist GKN Aerospace nun in der Lage, eine industriell einsetzbare Mikrowelle für die eigene Forschung zu nutzen. Gleichzeitig bietet GKN interessierten Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen die Möglichkeit, eigene Erfahrung auf dem Gebiet der Mikrowellenprozessierung zu sammeln.

*Matthias Meinel, Stefan Koch,  
Markus Vallerius, Thomas Herkner  
www.gkn-aerospace.com*



Erste industrielle Mikrowellenanlage – installiert bei GKN Aerospace München

# Ausbau der virtuellen Auslegungskette am Institut für Flugzeugbau der Universität Stuttgart

**Die Arbeitsgruppe „Simulation“ am Institut für Flugzeugbau (IFB) der Universität Stuttgart verbindet seit Jahren die Fertigung von Faserverbundbauteilen mit deren Prozesssimulation und struktureller Analyse. Aufgrund der starken Ausrichtung des Instituts in der textilen Preformtechnik werden die speziellen Aspekte dieser Technologien in der Simulation aufgegriffen.**

Insbesondere bei der strukturellen Auslegung von Faserverbundbauteilen ist die genaue Kenntnis der mikromechanischen Struktur des Verbundes von großer Bedeutung. Um den steigenden Anforderungen an eine bessere Werkstoffausnutzung gerecht zu werden, wird am IFB neben der Strukturmechanik auch die Fertigung des Bauteils numerisch näher betrachtet und optimiert. Erkenntnisse aus der Simulation werden mit Hilfe der am Institut verfügbaren Fertigungs- und Prüfeinrichtungen unmittelbar in die Realität umgesetzt und validiert.

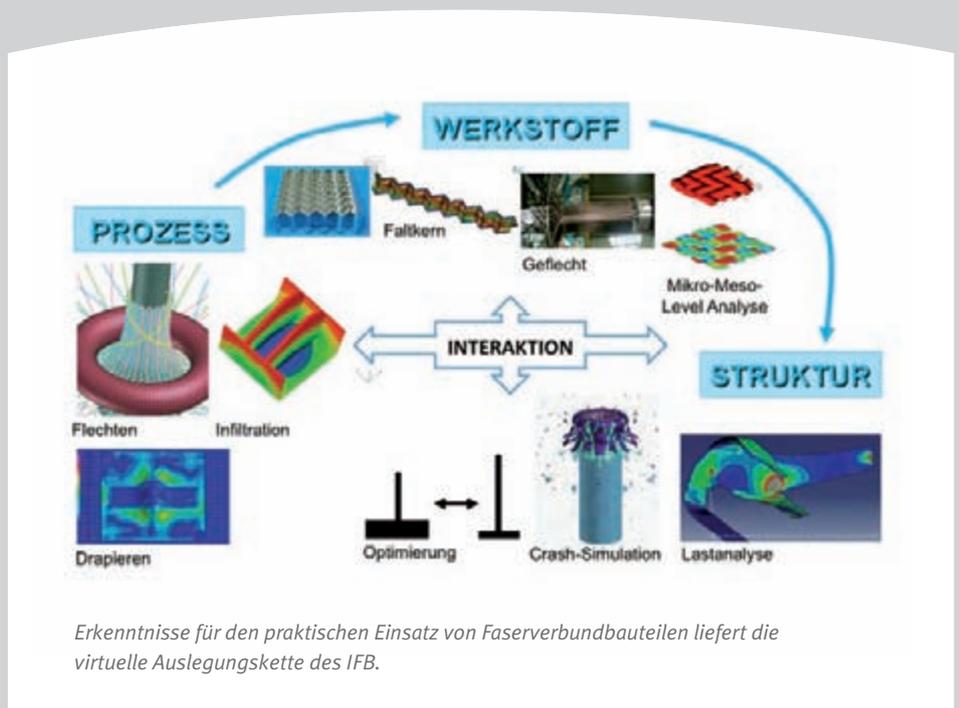
Ein Arbeitsfeld in der Prozesssimulation ist momentan die am Institut entwickelte Simulation eines Überflechtprozesses für endkonturnahe Strukturen. Ziel ist es, die Faserablage und Steifigkeitsverhältnisse numerisch vorhersagen zu können. Aktuelle und zukünftige Aktivitäten erweitern diese Berechnungen um die Voraussage für Bauteilfestigkeiten. Neben der Flechttechnologie wird auch die Herstellung von Bauteilen mit Multiaxialgelegenen untersucht. Um bereits im ersten Prozessschritt, dem Drapieren, eine verlässliche Aussage bezüglich Machbarkeit, Faserablage und Faltenbildung zu bekommen, wird hierfür die Drapiersimulation tiefergehend erforscht. Um eine Verbesserung der Drapierbarkeit von Gelegen zu erzielen, wird derzeit eine Methode entwickelt, mit deren Hilfe Werkstoffkennwerte gezielt lokal optimiert werden. Neben der praktischen Realisierung steht die Implementierung des weiterentwickelten Materialverhaltens in die bestehende Simulationsprozesskette im Fokus dieses Forschungsgebietes.

Das von der EU geförderte Projekt „INFU-COMP“ ermöglicht den Forschern am Institut an der Verbesserung von Infiltrationssimulationen, die auf dem VARI-Prozess basieren, zu

arbeiten. Hierbei sind die Schwerpunkte die Werkstoffcharakterisierung zur Materialmodellierung sowie die Verbesserung der Simulationsmethodik. Neben Prozesskennwerten, wie Füllungsdauer und Fließgeschwindigkeit, ist insbesondere die numerische Betrachtung der Bauteilparameter, wie Faservolumengehalt und Porenanteil, von Bedeutung. Diese Erkenntnisse können genutzt werden, um lokale Veränderungen der Verbundeigenschaften in die Struktursimulation einfließen zu lassen und somit die Genauigkeit zu steigern. Neue Möglichkeiten erschließen sich vor allem auf Basis der Simulation von Tailored Fibre Placement (TFP) Strukturen. Mit dem EU-Projekt „CERFAC“ (Cost-efficient reinforcements for fastener areas in composites) wird die Arbeitsgruppe ihr gewonnenes Know-how für konkrete Anwendungen einsetzen und ausbauen können. Die Forderung nach leichten, hochwertigen und kostengünstigen Verbindungstechniken treibt die Entwicklungen voran. Verbindungsstellen an hochbelasteten Krafteinleitungspunkten können durch TFP-Einleger gezielt verstärkt werden. Die Optimierung dieser Strukturen erfolgt durch eingesetzte Optimierungsalgorithmen und -strategien.

Neben öffentlich geförderten Projekten arbeitet das Institut mit Partnern aus der Industrie zusammen. Kooperationen des IFB mit Unternehmen aus dem Flugzeug-, Automobil- und Maschinenbau haben in den letzten Jahren zu großen Fortschritten im Bereich der industrienahe Forschung geführt. Grundlagenorientierte theoretische und mikromechanische Modelle, die in den vergangenen Jahren erarbeitet wurden, werden derzeit für die Entwicklung effizienter und praxisnaher Methodiken genutzt. Zusammen mit den Entwicklungsabteilungen der Partner werden diese Modelle an Prototypen getestet und validiert.

*Karin Birkefeld*  
[www.ifb.uni-stuttgart.de](http://www.ifb.uni-stuttgart.de)



*Erkenntnisse für den praktischen Einsatz von Faserverbundbauteilen liefert die virtuelle Auslegungskette des IFB.*

## Führungswechsel bei der GMA-Werkstoffprüfung GmbH in Friedberg

Die Niederlassung der GMA-Werkstoffprüfung GmbH in Friedberg ist seit dem 01.08.2010 unter der neuen Leitung von Bernd Fuchs. Lothar Panzer, der seit über 45 Jahren in der Zerstörungsfreien Werkstoffprüfung tätig war, leitete die letzten fünf Jahre die GMA-Niederlassung und begibt sich in seinen wohlverdienten Ruhestand.

Bernd Fuchs, Diplom-Ingenieur der Werkstofftechnik, hat u.a. langjährige Erfahrungen in der Luft- und Raumfahrtbranche aus seiner Tätigkeit bei Airbus sammeln können. Darüber hinaus hat er bereits das Prüflabor in Dortmund geleitet und bis dato als Vertriebsingenieur die Vertriebsaktivitäten der GMA erfolgreich unterstützt. Damit bringt Fuchs hervorragende Markt- und Kundenkenntnis

se mit. Kompetente fachliche Unterstützung erhält der neue Geschäftsführer durch Manfred Podlech, ehemals bei der MTU Aero Engines GmbH tätig, der als Stufe 3 Verantwortlicher benannt ist.

In der Niederlassung Friedberg werden hauptsächlich zerstörungsfreie Prüfmethode wie Ultraschall-, Oberflächenrissprüfung (MT/PT) sowie Wirbelstromprüfungen durchgeführt. Ein vielseitiger Kundenkreis greift bereits auf die Leistungen des Friedberger Betriebs zurück. So können beispielsweise ganze Turbinengehäuse von bis zu 200 Kilogramm und bis zu zwei Metern Durchmesser in der Friedberger Prüfhalle unter die Lupe genommen werden.

Für die Oberflächenrissprüfmethode MT und



GMA- Niederlassungsleiter Bernd Fuchs

PT besitzt die GMA mittlerweile eine Nadcap-Zertifizierung. Darüber hinaus wurde die Niederlassung vom Triebwerkhersteller Rolls-Royce zugelassen, um Prüfdienstleistungen für folgende Verfahren durchzuführen: Eindring- und Magnetpulverprüfung, Alkalisches Reinigen sowie Konservierung der Bauteile. Ergänzt wird das Portfolio rund um die Werkstoffprüfung und Qualitätssicherung durch Engineering-Dienstleistungen, wie Quality- und Projekt-Engineering im Rahmen von AÜG oder Werkverträgen, sowie durch Planung und Entwicklung von Produkten, Baugruppen und Komponenten aus Leichtbaumaterialien, CFK und GFK bis hin zur Serienreife.

**Bernd Fuchs**

[www.gma-group.com](http://www.gma-group.com)



Die GMA-Niederlassung in Friedberg bei Augsburg

## Innovationspreis textil + mode 2010 für ein Segelboot aus Faserverbund

Im Rahmen ihrer Diplomarbeiten entwickelten Raphael Geiger und Florian Fritz am ITV Denkendorf ein komplett faserbasiertes Hydrofoil-Segelboot mit herausragenden funktionalen und ästhetischen Eigenschaften. Ihre Arbeit wurde am 20.09.2010 mit dem Innovationspreis textil+mode, Kategorie Innovative technische Textilien, ausgezeichnet. Der mit 10.000 Euro dotierte Preis wird für Projekte junger Entwickler vergeben, die durch ihren Innovationsgrad, ihre Markttauglichkeit und die Umsetzbarkeit der Idee überzeugen.

Raphael Geiger, Student der Verfahrenstechnik an der Universität Stuttgart, und Florian Fritz, Student der Luft- und Raumfahrttechnik an der Universität Stuttgart, konstruierten in dem prämierten Projekt ein Ein-Mann Segelboot nach den Klassenvorschriften der Motte. Das Boot „fliegt“ bei höheren Geschwindigkeiten über dem Wasser. Der Rumpf hebt sich dabei bis zu 50 cm über das Wasser und wird von Unterwassertragflächen, den sogenannten „Hydrofoils“, getragen. So kann eine mehr als doppelt so hohe Geschwindigkeit als bei gewöhnlichen Segelbooten dieser

Größe erreicht werden. Um den Widerstand der Hydrofoils zu minimieren, ist absoluter Leichtbau für die Konstruktion gefordert – eine anspruchsvolle Aufgabe für die Tüftler aus Denkendorf.

Mit der Entwicklung des Segelboots erfüllte sich Raphael Geiger, Segler aus Leidenschaft, einen lang gehegten Traum. Im Projekt, betreut durch das ITV Denkendorf unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Heinrich Planck, entwickelte Geiger zusammen mit Florian Fritz eine innovative Leichtbaukonstruktion in CFK-Bauweise, die gegenüber marktüblichen Segel-

booten gleicher Klasse signifikante Vorteile zeigt. Das Boot der beiden Studenten ist extrem leicht und belastbar. Es liegt optimal im Wasser und ist unsinkbar. Durch seine strömungsoptimierte, aerodynamische Form und eine verbesserte Längssteifigkeit können höhere Segelgeschwindigkeiten und eine präzisere Segelsteuerung erzielt werden. Gelungen ist dieses herausragende Ergebnis durch die innovative, zielgerichtete Kombination unterschiedlicher Textiltechnologien verbunden mit einem neuen Design des Bootsrumpfes. Für den Bootsrumpf wurde statt eines Kohlenstofffasergewebes, wie konventionell üblich, ein biaxiales Gelege eingesetzt. Hierbei liegen die Fasern gestreckt - ideal um Lasten aufzunehmen (im Vergleich zu Gewebe, bei welchem die Fasern verfahrensbedingt gewellt vorliegen). Das bietet bei gleichem Gewicht eine höhere Festigkeit bzw. eröffnet die Möglichkeit zu geringerem Gewicht bei gleicher Festigkeit.

Als Kernmaterial wurde Kork statt Schaumstoff gewählt. Die günstigen Eigenschaften von Kork gegenüber Wasser bzw. Flüssigkeit sind bekannt. Kork saugt sich nicht voll, mögliche Beschädigungen in der Deckschicht sind so unproblematisch. Der Kork ist sehr gut drapierbar, erhöht die Steifigkeit um ein Vielfaches und wirkt schwingungsdämpfend.

Um die Biegung des Bootes in Längsrichtung zu minimieren, wurden über die komplette Bootslänge gezielt Faserstränge eingebracht. So werden präzise Segeleigenschaften gesichert. Auch die stark beanspruchte Position der Schwertaufnahme wurde in dieser Form



Aus biaxiem Gelege wurde der Bootsrumpf gefertigt.

verstärkt. Die Bootsunterseite wurde längs des Mittelsteven mit einem Aramid-Gewebestrand geschützt. In diesem Anwendungsfall spielt das Gewebe seine Stärken aus: Durch die regelmäßigen Fadenverkreuzungen erreicht es eine hohe Bruchzähigkeit und schützt somit den Rumpf und die Kohlenstofffasern vor Sand und Steinen. Marktübliche Boote haben diesen zusätzlichen Schutz nicht. Die Sitzausleger werden bei der Entwicklung aus Kohlenstofffasern geflochten anstatt gewickelt. Eingeflochtene Stehfäden nehmen die Biegelasten auf.

Form follows function – in Anlehnung an diesen Gestaltungsleitsatz in Design und Architektur erhielt das Segelboot der beiden Studenten ein neues Design für den Bootsrumpf und die Sitzflächen. Dabei leiteten Geiger und Fritz die neue Form direkt aus ihrem Nutzungszweck ab. Der Bootsrumpf wurde flach

und breit geformt - ein Novum im Gegensatz zu den bisher verwendeten schmalen und hohen Rümpfen. Für die Funktionalität ergeben sich daraus wesentliche Vorteile: Wenn sich das Schiff in der Gleitphase befindet, der Rumpf also über dem Wasser schwebt, wird eine bessere Aerodynamik erzielt. Der meist schräg angreifende Wind „trifft“ das Boot von der Seite. Hier stellt das neue Design dem Wind deutlich weniger Fläche entgegen. Durch die strömungsgünstige Form wird zudem eine bessere Anströmung als bei den bisher verwendeten, hohen und schmalen Rumpfformen erreicht. Geringerer Widerstand bedeutet höhere Endgeschwindigkeit. In der Startphase liegt der Rumpf noch auf dem Wasser auf. Hier erzielt die breite Form eine stabilere Lage. Das Boot ist einfacher zu segeln, die Kentergefahr beim Start wird deutlich verringert.

Für die Sitzflächen wurden Rohre mit ovalem statt wie bisher kreisrundem Querschnitt gewählt. So sitzen die Segler deutlich bequemer. Zudem schafften Geiger und Fritz durch Auswahl einer fein strukturierten Oberfläche, die die Struktur des Geflechts überlagert, eine ausgezeichnete Griffbarkeit der Sitzflächen – ein Gewinn für den sicheren Sitz des Seglers. Ermöglicht wurde der Bau des Bootes durch Spenden der Industrie. Zahlreiche Mitgliedsfirmen des CCeV haben dieses Projekt am ITV Denkendorf aktiv unterstützt. Ein besonderer Dank geht daher an die Firmen CGB Carbon Großbauteile, Saertek, SIKA Deutschland, Amorim, Gaugler & Lutz, Metallbau Stahl und Fibertex.



Als hätten sie es geahnt: Raphael Geiger und Florian Fritz freuen sich über Ihr Boot und den Innovationspreis.



Anke Fellmann  
www.itv-denkendorf.de

**Liebe Mitglieder der Abteilung Ceramic Composites, sehr geehrte Damen und Herren,**

das Interesse an der Mitgliedschaft in unserer Abteilung wächst erfreulich: zählten wir im Frühjahr dieses Jahres noch 24 Mitglieder, so sind wir durch den Beitritt von sechs Unternehmen und vier Forschungseinrichtungen jetzt bereits auf 32 Mitglieder angewachsen. Ich heiße alle neuen Mitglieder herzlich willkommen und freue mich auf ihre Mitarbeit, insbesondere auch in den Arbeitsgruppen. Dort sind die ersten zwei Vorhaben für gemeinsame Projekte erfreulich rasch konkretisiert und als Antragskizzen bei einem Projektträger des BMBF eingereicht worden. In einem Fall wurden wir bereits zu einem Vollantrag aufgefordert. Ein weiterer Antrag, der mehrheitlich von Mitgliedern der Abteilung getragen wird, wurde beim BMWi eingereicht. Er befasst sich mit mechanischen Prüfverfahren, die im Rahmen der Normung von Bedeutung sind oder werden können.

Ein sehr interessanter Ansatz zu einem verwandten Thema ist in der Arbeitsgruppe Bearbeitung entstanden und wird dort zunächst mit eigenen Mitteln verfolgt. Hier geht es um ein modifiziertes Härteprüfverfahren, von dem erhofft wird, dass es Aussagen zur spanenden oder schleifenden Bearbeitbarkeit von CMCs ermöglichen wird. Im Erfolgsfalle könnten auch diese Ergebnisse in künftige Normungsvorschläge einfließen.

Die Öffentlichkeitsarbeit der Abteilung hatte im Sommer/Herbst 2010 zwei Schwerpunkte: In Nürnberg haben wir uns an der Technikmeile des VDI beteiligt (s. nebenstehenden Beitrag). Im September war die Abteilung mit einem großen Gemeinschaftsstand auf der Fachausstellung anlässlich der HT-CMC 7-Konferenz in Bayreuth vertreten. Dort haben sich fünf industrielle Mitglieder und vier Forschungseinrichtungen beteiligt und das Leistungsspektrum der CMCs in Deutschland sehr überzeugend dargestellt. Über die Tagung selbst berichtet nachstehender Artikel.

Am 27. Oktober findet unsere Mitgliederversammlung beim DLR-Institut in Stuttgart statt. Die Reise nach Stuttgart lohnt diesmal gleich mehrfach: Am Vortag, 26.10., veranstaltet DLR sein Bauweisen- und Faserkeramik-Kolloquium, am Nachmittag des 27.10. tagt die Nationale Initiative Faserkeramik in Antrieben, und am 28.10. treffen sich mehrere unserer Arbeitsgruppen.

Bis dahin mit den besten Grüßen,

Ihr Gerd Müller



*Der Gemeinschaftsstand der Ceramic Composites auf der HT-CMC 7-Konferenz.*

## VDI-Technikmeile in Nürnberg mit Ceramic Composites-Beteiligung

Vom 23. bis 24. 07. 2010 fand in Nürnberg die „Technikmeile“ statt, die der VDI in zwei-jährigem Abstand durchführt. Sie soll in der Bevölkerung, vor allem bei der Jugend, Interesse und Verständnis für Technik wecken. Die Abteilung Ceramic Composites hat sich, gemeinsam mit der Nanoinitiative Bayern, an dieser Ausstellung beteiligt.

Unser Stand war in der Karolinenstraße, mitten in der Fußgängerzone der Altstadt. Wir hatten uns auf zwei Exponate beschränkt, mit denen Eigenschaften und Nutzen Keramischer Verbundwerkstoffe überzeugend erklärt werden konnten: ein Audi R8 Spyder stand vor dem Ausstellungszelt, ein großer Satellitenmotor von EADS innerhalb des Zeltes. Beide Exponate waren rechte Besuchermagnete, so dass die Standbetreuer, trotz manchmal recht unfreundlichen Wetters, lebhaft mit Erklärungen und Diskussionen beschäftigt waren. Den R8 hätten wir wahrscheinlich mehrfach gleich verkaufen können, mindestens aber einmal, denn da war der Besucher schon dabei, Bündel von Geldscheinen aus seiner Brieftasche durchzuzählen. Den Satellitenmotor wollte allerdings niemand so direkt kaufen. Auch die Faltposter zu Ceramic Composites und zu einschlägigen Studienmöglichkeiten fanden guten Absatz.

Wie lebhaft die Resonanz insgesamt war, mag daran deutlich werden, dass mir bei einem Besuch in der Karolinenstraße einige Wochen später die Hälfte der Passanten irgendwie bekannt vorkamen.

Großer Dank gilt den Firmen AUDI, namentlich Katja Kimmel und Jens Rosenlöcher und EADS, Dr. Steffen Beyer und Christian Wilhelmi, für die Bereitstellung der Exponate, und Dr. Daniel Steppich sowie den Christoph Otto und Florian Reichert von der Projektgruppe Bayreuth für die engagierte Standbetreuung.

*Gerd Müller*



*Sowohl der Satellitenmotor von EADS (oben) als auch der Audi R8 Spyder (unten), riefen bei den Passanten in der Nürnberger Altstadt Interesse am Stand von Ceramic Composites im Rahmen der VDI-Technikmeile hervor.*



## Bauweisen- und Faserkeramik-Kolloquium am DLR-Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung: Faserkeramik in Raumfahrtantrieben und Gasturbinen

Das Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung lädt herzlich zum Bauweisen- und Faserkeramik-Kolloquium des DLR in Stuttgart ein. Nach den erfolgreichen Kolloquien in 2009 beim Institut für Werkstoff-Forschung in Köln und 2008 in Stuttgart, die einen Überblick zu der Entwicklung und den Einsatzmöglichkeiten von nichtoxidischen sowie oxidischen CMC-Werkstoffen gaben, steht in der dritten Veranstaltung dieser Reihe ein typischer CMC-Anwendungsbereich im Fokus, der werkstoffübergreifend vorgestellt und diskutiert werden soll.

Das diesjährige Kolloquium 2010 konzentriert sich auf langzeit- bzw. hochtemperaturbeständige CMC-Komponenten für Gasturbinen

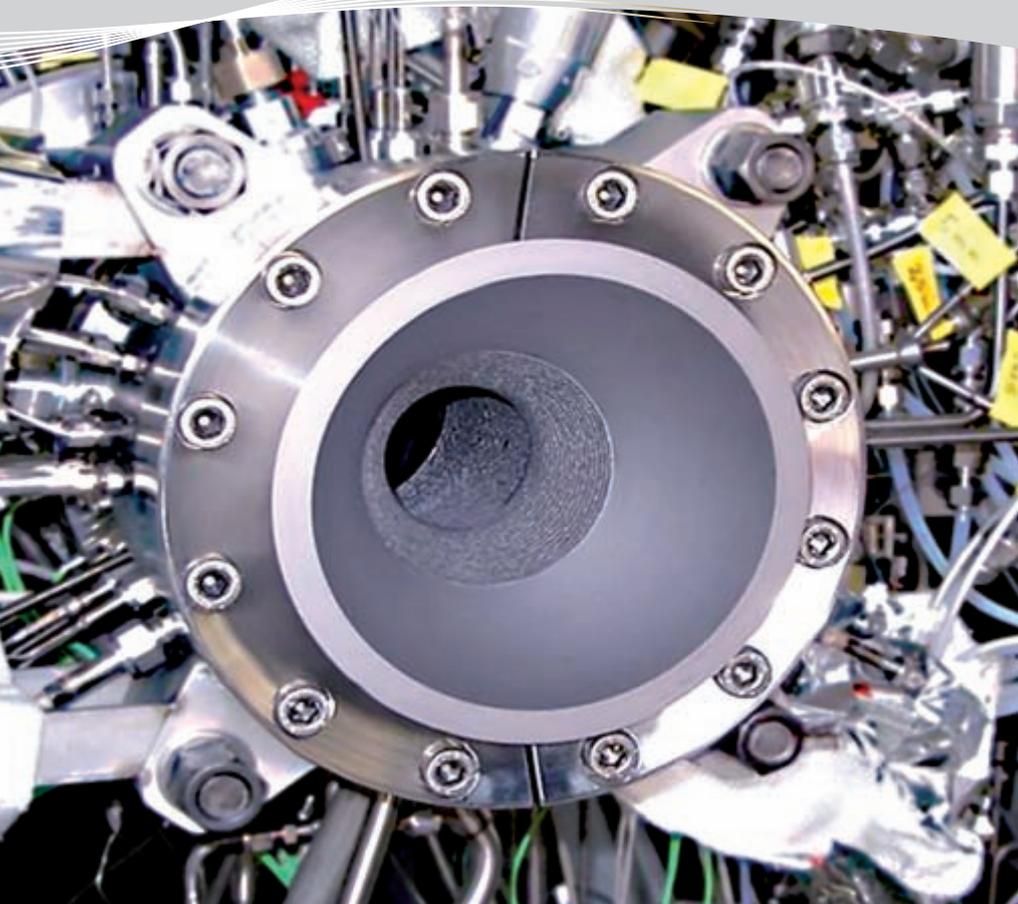
in Flugzeugantrieben und der Energieerzeugung sowie für Raketenantriebe in der Raumfahrt. Jüngste Diskussionen mit Partnern der Wissenschaft und der Industrie zeigen, dass CMC-Werkstoffe hier einen wesentlichen Beitrag leisten können, die Herausforderungen der Zukunft an gesteigerte Wirkungsgrade und deutlich reduzierte Schadstoffemissionen sowie an den extremen Leichtbau meistern zu können.

Im diesjährigen Kolloquium spannt sich der Bogen von der Entwicklung der Ausgangswerkstoffe bzw. Fasern über die CMC-Werkstoffe bis hin zu neuartigen Bauweisen sowie der Auslegung und Konstruktion von CMC-Komponenten in Raumfahrtantrieben und Gasturbinen. Gemeinsam mit den Vortragenden aus In-

dustrie und Wissenschaft und Ihnen werden wir die Entwicklungsperspektiven beleuchten und diskutieren, welchen technischen Herausforderungen wir uns stellen müssen, um das Leistungspotential dieser Werkstoffklasse für dieses anspruchsvolle Anwendungsfeld maximal nutzbar zu machen.

Das Kolloquium findet als kostenfreie Veranstaltung am 26.10.2010 auf dem DLR-Campus in Stuttgart statt. Weitere Infos finden Sie im Internet unter [www.dlr.de/bk](http://www.dlr.de/bk).

*Frank Seidler,*  
[www.dlr.de](http://www.dlr.de)



## HT-CMC 7-Konferenz über Hochtemperatur-Verbundkeramiken in Bayreuth

Vom 20. bis 22.09.2010 fand in Bayreuth die siebte internationale Konferenz zu Keramischen Verbundwerkstoffen und verwandten Materialien (HT-CMC 7) statt. Mit ca. 350 Teilnehmern, davon rund zwei Drittel ausländische Besucher aus insgesamt 21 Ländern, war die Tagung die bislang mit Abstand am besten besuchte der seit 1993 durchgeführten Konferenz-Serie. Die rund 80 Vertreter der Industrie belegten eindrucksvoll die weitreichende Bedeutung der Ceramic Composites im aktuellen technischen Einsatz.

Die große Zahl der Vorträge erforderte an allen drei Konferenztagen vier Parallelsitzungen, gegliedert in die Themenbereiche Ceramic Matrix Composites, Carbon/Carbon Composites, Polymer Derived Ceramics, Thermal and Environmental Barrier Coatings, MAX-Phases und Ultra High Temperature Ceramics. Darüber hinaus wurden über 60 Poster vorgestellt. In der begleitenden Ausstellung zeigten insgesamt 16 Firmen und Institute ihre Produkte und ihr Know-how, darunter zehn auf dem Gemeinschaftsstand der Abteilung Ceramic Composites.

Wie immer bei großen Veranstaltungen fiel es manchmal schwer, sich zwischen den Vorträgen der Parallelsitzungen zu entscheiden. Umso erfreulicher ist, dass die Hälfte der Bei-



träge bereits als vollständige Manuskripte im Tagungsband gedruckt vorliegt. Dieser wird die nächsten drei Jahre – bis zur Folgekonferenz, die in Xian (China) 2013 stattfinden wird – die maßgebende Referenz für den Stand von Forschung und Anwendung in den genannten Gebieten darstellen.

Exzellente Planung und Organisation sorgten für einen reibungslosen Ablauf der Tagung

mit vielen Möglichkeiten zum Erfahrungsaustausch. Das Rahmenprogramm spannte einen weiten Bogen von den kulturellen Glanzpunkten Bayreuths bis hin zur eindrucksvollen Vermittlung fränkischer Lebensfreude. Wir können alle, insbesondere die Organisatoren, stolz darauf sein, dass die zweite Tagung der HT-CMC Serie, die bisher in Deutschland stattfand, wiederum ein so uneingeschränkter Erfolg war.

## CCeV Mitglieder

Stand März 2010



## CCeV neue Mitglieder

Stand August 2010



Zukunft durch Faserverbund