

# CARBON COMPOSITES MAGAZIN

Die Mitgliederzeitschrift des CCeV

Ausgabe 1 | 2015



**Die neue Ariane 6 hebt ab mit CFK-Boostern**

**Carbon-Sonderausstellung geht in die Verlängerung**

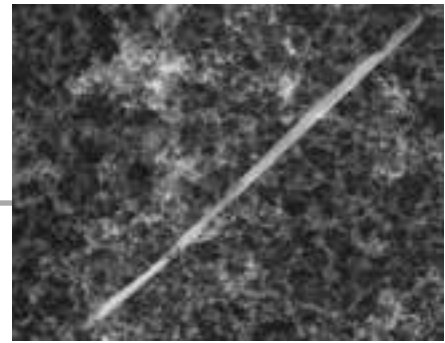
**Aktuelles aus den Mitgliedsunternehmen und CCeV-Abteilungen**

# INHALTSÜBERSICHT

- 3 Ralph R. Hufschmied zum Nutzen des CCeV für seine Mitglieder

## Carbon Composites e.V.

- 4 Automotive Forum 2015 in Böblingen
- 5 Gefährdung durch CFK im Brandfall ist beherrschbar
- 6 Ergebnis der aktuellen Composites-Markterhebung liegt vor
- 7 Thementag für Berechnungsingenieure war gut besucht
- 7 Carbon Composites Magazin im B2B-Branchen-Portal YooCorp.de
- 8 Recycling: Märkte gesucht!
- 9 CCeV-Seminare 2015



## CCeV-Mitglieder

- 12 Preformen am laufenden Band
- 13 Voith Composites in Garching entwickelt und produziert Faserverbundbauteile
- 14 Flechten für Fortgeschrittene
- 15 Automatisierte Klebebolzensetzanlage
- 16 Premium AEROTEC beginnt mit Fertigung der A350-1000
- 17 Verbesserte Faser-Matrix-Haftung
- 17 1st International Composites Congress (ICC) von Composites Germany
- 18 IfW-Tagung in Stuttgart fand große Resonanz
- 19 SGL Group entwickelt Materialsystem systematisch weiter
- 19 CCeV auf der JEC 2015 und der Hannover Messe präsent
- 20 Die neue ARIANE 6 mit Boostergehäusen aus Augsburg wird entwickelt
- 21 Die ARRK-Familie rückt näher zusammen
- 22 Automatisierte Qualitätssicherung von Kleboberflächen
- 22 CCeV-Studienpreis zum zweiten Mal ausgelobt
- 23 Automatisierungslösungen für große Faserverbundbauteile in der Luftfahrt



## CC Baden-Württemberg

- 26 IFB Stuttgart rüstet Fahrzeug-Windkanal mit Böenklappen aus CFK aus
- 27 Kongress „Composite Recycling“ in Stuttgart



## MAI Carbon

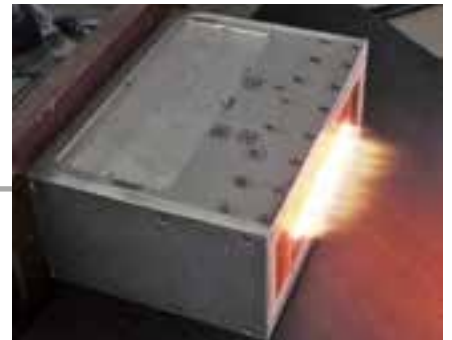
- 29 Virtuelle Vernetzung auf der Plattform von MAI Carbon
- 29 Carbon-Sonderausstellung im Deutschen Museum München bis Juli 2015 geöffnet

## CC Ost

- 32 ICM unterstützt mit PRELUM die Umsetzung innovativer Ideen im Anlagenbau
- 33 Entwicklung eines Tape-Flechtprozesses für thermoplastische Hohlstrukturen
- 33 Neuer Prüfstand für die Triebwerke der Zukunft
- 34 ILK-Vorstand nimmt Arbeit auf



- 35 Neue Dosieranlagen für das Hochdruck-RTM-Verfahren am ILK in Betrieb genommen
- 36 Bearbeitungsroboter reduziert Schwingungen für bessere Bearbeitungsqualität
- 37 Endlosfaserverstärktes, hochsteifes und hochfestes Gelenkkopf-Verbindungselement
- 38 Studentenprojekt zur Entwicklung eines Leichtbaudemonstrators
- 39 Das Werkzeug Laser hält Einzug im Faserverbund-Leichtbau
- 40 Rehamittel ganz leicht gemacht
- 41 Umspritzte Hohlprofile für den Automobilbau
- 42 Qpoint Composite liefert Preform- und RTM-Werkzeuge
- 43 CCeV-Präsenz auf dem 19. Internationalen Dresdner Leichtbausymposium
- 44 Eigenspannungsminimierte thermoplastbasierte hybride Lamine
- 45 Mechanische Charakterisierung von Composites
- 47 IMA-Rail-Shear-Prüfvorrichtung zur mechanischen Werkstoffprüfung



## CC Südwest

- 49 Aus dem Südwesten – Rückblick 2014
- 49 IVW deckt die komplette Wertschöpfungskette ab
- 50 Offaxisstabile Crashstrukturen aus Organoblechen
- 51 Land Rheinland-Pfalz zeichnet Permeabilitätsmesssystem aus
- 52 Effektive Energieeinbringung zur Verarbeitung thermoplastischer Prepregs
- 53 25 Jahre Institut für Verbundwerkstoffe in Kaiserslautern
- 54 Induktionsschweißen leicht gemacht



## CC Schweiz

- 56 Interview mit Prof. Clemens Dransfeld, Präsident CC Schweiz
- 57 Studenten entwickeln futuristisches Tandem
- 58 7. Technologie-Konferenz der ETH Zürich
- 59 Mitglieder von CC Schweiz im Porträt



## Ceramic Composites

- 61 Vorwort Dr. Henri Cohrt, Abteilungsgeschäftsführer Ceramic Composites
- 62 Endkonturnahe 3D-Preformen aus Kohlenstoff-Kurzfaserbündeln für CMC



## CC Tudalit

- 64 7. Anwendertagung Textilbeton
- 65 Erste Textilbeton-Weiterbildung in Dresden
- 66 Epoxidharzgetränkte Carbonbewehrung für großformatige Fassadenplatten
- 67 Mitgliederlogos
- 69 Impressum



# GANZ PERSÖNLICH

Ralph R. Hufschmied zum Nutzen des CCeV für seine Mitglieder

**Wie jeder Verein wird auch der Carbon Composites e.V. (CCeV) vom Engagement seiner Mitglieder getragen. An dieser Stelle äußern sich die Mitglieder des CCeV über ihre Gründe für dieses Engagement. Den Anfang macht Ralph R. Hufschmied von der Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH in Bobingen.**



Die Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH, Bobingen, hat sich seit über 25 Jahren auf die Bearbeitung von Kunststoffen, Glasfaserwerkstoffen und Carbonfaser spezialisiert. Das Unternehmen erarbeitete sich mittlerweile eine mit marktführende Position in Europa. Geschäftsführer Ralph R. Hufschmied ist mit seinem Unternehmen seit dem Jahr 2009 beim CCeV aktiv dabei. Er sagt: „Der CCeV ist die perfekte Plattform für die Vernetzung der Player in diesem anspruchsvollen Technologiefeld. Für uns stehen der Erfahrung- und Wissensaustausch, die Generierung von Projekten und Projektteams sowie der Kontakt zu privaten und öffentlichen Forschungseinrichtungen im Vordergrund.“

Als Unternehmer übernimmt Hufschmied auch gerne Verantwortung. Er leitet derzeit die Arbeitsgruppe „Kleine und mittelständische Unternehmen“ (KMU) in der Spitzencluster-Initiative MAI Carbon. Hier geht es ihm und dem CCeV darum, gegenseitiges Verständnis zwischen den Original Equipment Manufacturers (OEMs) und den KMUs zu fördern, um die Kooperationsmöglichkeiten zwischen diesen doch recht unterschiedlichen Unternehmenstypen zu verbessern. Zudem leitet er im MAI Carbon noch den Ausschuss „Normen und Standards“. Dazu erläutert er: „Wir wollen mit unserer Arbeit hier Standards erarbeiten und verbindlich setzen, die am und vom Markt akzeptiert werden. Wir können damit die Führungsposition der Region stärken und die Unternehmen, die mit erheblichem Aufwand versuchen, diese Standards zu etablieren, wirkungsvoll unterstützen.“

Wer sich im Verein so stark engagiert, hat natürlich auch dezidierte Vorstellungen über die vordringlichsten Aufgaben dieser Organisation. Hufschmied weiß: „Der CCeV hat seit seinem Bestehen schon viel erreicht. Vor allem was die Vernetzung der Carbon-Gemeinde angeht. Er war und ist Wegbereiter für zahlreiche Anwendungen und neue Einsatzbereiche von Carbon als Konstruktionswerkstoff.“ Ein großes Potenzial identifiziert Hufschmied hierfür in der Lösung vor- und außerwettbewerblicher Aufgabenstellungen. Aber als ehrgeizigstes Ziel formuliert der Unternehmer aus Bobingen: „Der CCeV muss Augsburg und damit Bayern als weltweit führendes Zentrum bei der Forschung, Industrialisierung und Produktion dieser außergewöhnlichen Werkstoffe etablieren.“

Neben dieser eher übergeordneten Zielsetzung sieht Hufschmied auch einige recht konkrete Aufgaben, denen er und der CCeV sich in naher Zukunft widmen sollten. „Die Community muss auch nach der MAI Carbon-Ära in der Region erhalten werden. Der CCeV soll hier als Plattform und Ideengeber für die Anschlussprojekte fungieren.“ Um dieses Ziel zu erreichen, müssen noch stärker als bisher die Fähigkeiten und Möglichkeiten von Carbon in der industriellen Produktion in das Bewusstsein der Anwender gebracht werden. Hufschmied nennt hier die vielfältigen Designmöglichkeiten und die Multifunktionalität der Werkstoffe als wichtige Ansatzpunkte. Ein Beispiel dafür ist die Motorabdeckung des neuen Audi R8 Spyder. „Dieses Bauteil ist in Metall nicht herstellbar.“ so Hufschmied und betont weiter: „Solche Beispiele zeigen auf, dass es uns bei unserer Arbeit nicht nur um eine Substitution von Metallen geht, sondern dass mit unseren Werkstoffen neue Möglichkeiten im Design und der industriellen Fertigung zur Verfügung stehen. Hier muss der CCeV noch viel stärker an der Vermittlung der Eigenschaften und des Nutzens von Carbon arbeiten.“ Und das wird sicher spannend!

**Ralph R. Hufschmied,**

Geschäftsführer der Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH



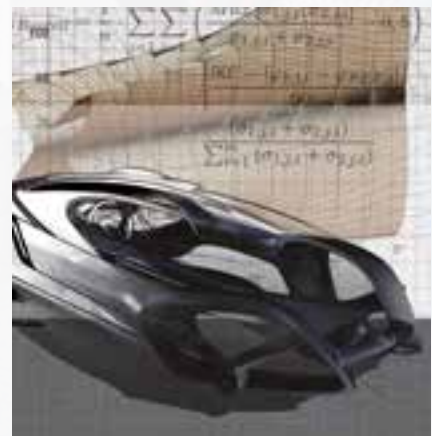
## Automotive Forum 2015 in Böblingen

### Am 28. und 29. Juli trifft sich die Fachwelt in der Motorworld

Schauplatz des schon traditionellen „CCeV Automotive Forum“ wird 2015 ein weiterer wichtiger Standort des Automobilbaus sein. In der Legendenhalle der Motorworld in Böblingen bei Stuttgart trifft sich die Fachwelt, um Trends und Strategien des Leichtbaus für die Automotivebranche zu diskutieren.

Das CCeV Automotive Forum dient dem Dialog zwischen Automobilherstellern und Fachleuten aus der Wissenschaft sowie den Zulieferbetrieben. Fachleute aus verschiedenen Unternehmen und Institutionen werden am 29. Juli 2015 das Thema CFK im Automobilbau unter zahlreichen interessanten Aspekten beleuchten. Am Vorabend, dem 28. Juli, ist eine Werksführung geplant. Erwartet werden zum „CCeV Automotive Forum 2015“ Techniker und Manager, die mit dem Automobil-Leichtbau befasst sind.

Weitere Informationen, auch zu Kosten und Anmeldemodalitäten, finden sich unter [www.carbon-composites.eu/aktuelles/kongresse/automotive-forum](http://www.carbon-composites.eu/aktuelles/kongresse/automotive-forum)



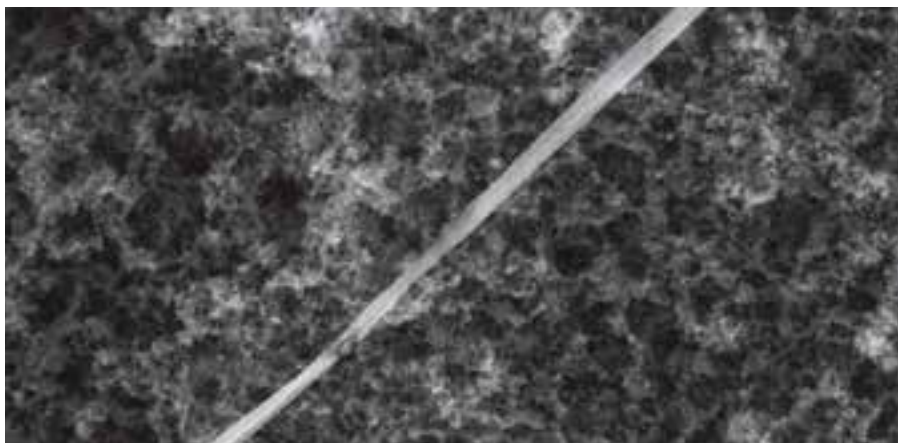
# KEIN GRUND ZUR PANIK

## Gefährdung durch CFK im Brandfall ist beherrschbar

Im vergangenen Jahr sorgten mehrere Medienberichte für Aufregung in der CFK-Community. Auslöser war eine Studie der Bundeswehr, die ergeben hatte, dass beim Verbrennen von CFK-Bauteilen ab einer Temperatur von 650 °C winzigste Partikel entstehen, die – wenn sie eingeatmet werden – krebserregende Wirkung haben könnten. Der Carbon Composites e.V. (CCeV) hat sich der Thematik angenommen und den Autor der Studie, Prof. Dr. Sebastian Eibl, zur jüngsten Sitzung der AG Umwelt eingeladen.



Prof. Dr. Sebastian Eibl vom Wehrwissenschaftlichen Institut für Werk- und Betriebsstoffe der Bundeswehr in Erding



Rasterelektronenmikroskopische Darstellung eines Kohlenstofffaserfragments mit lungengängiger Größe

Prof. Dr. Sebastian Eibl vom Wehrwissenschaftlichen Institut für Werk- und Betriebsstoffe der Bundeswehr in Erding führte mit seinem Team unter anderem einen Freiland-Brandversuch zur Untersuchung der Faserkonzentration in der Atemluft durch. Dafür wurden etwa 20 kg CFK-Material auf Epoxidharzbasis mit 40 l Kraftstoff bei Temperaturen von mehr als 900 °C über einen Zeitraum von 15 Minuten so vollständig wie möglich abgebrannt.

Nach dem Ablöschen mit Löschschaum und einem ersten Abtrocknen wurde etwa 30 Minuten lang mit dem CFK-Material hantiert und dabei eine personenbezogene Faserkonzentrationsbestimmung in der Atemluft (nach DGUV Information 213-546) durchgeführt. Dabei wurden Konzentrationen von sogenannten WHO-Fasern in der Größenordnung von 90.000 Fasern/m<sup>3</sup> ermittelt. Sebastian Eibl erklärt: „Kohlenstofffasern können bei starker thermischer Belastung kleinste Bruchstücke bilden, die als lungengängig und damit als gesundheitsschädlich anzusehen sind.“ Nach einer Definition der Weltgesundheitsorganisation (WHO) handelt es sich um lungengängige Fasern, wenn sie länger als 5 µm und dünner als 3 µm sind sowie ein Längendicken-Verhältnis größer als 3:1 aufweisen. Technisch relevante Kohlenstofffasern haben im Ausgangszustand Durchmesser deut-

lich oberhalb von 5 µm. Nur bei der Einwirkung einer hohen externen Brandlast werden Faserdurchmesser kleiner als 3 µm erreicht. Soweit die ermittelten Sachverhalte. Wie sind diese nun zu bewerten? Am wichtigsten ist die richtige Schutzausrüstung für Feuerwehr, Rettungskräfte und alle anderen Personen am Brandort. Eibl fordert Atem- und Augenschutz. Bei allen Tätigkeiten ist das Aufwirbeln von Staub zu vermeiden. Bei Bergungsarbeiten sind Einwegschutzanzüge sinnvoll, um Hautreizungen auszuschließen. Die Anzahl der exponierten Personen ist organisatorisch auf das notwendige Minimum zu beschränken.

Für Transport, Lagerung und Entsorgung sollten abgebrannte CFK-Teile staubdicht verpackt werden. Und natürlich sind die Einsatzkräfte über Gefahren, Verhaltensregeln und Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Ein weiterer Ansatz ist die Optimierung der CFK-Materialien hinsichtlich ihrer thermischen Stabilität. Sebastian Eibl sieht darin ein erfolgversprechendes Potenzial.

Schließlich hat sich Professor Eibl auch mit geeigneten Löschmethoden befasst. Denn natürlich ist es am besten, wenn nach einem Brand möglichst wenig Fasern freigesetzt werden. Eibl: „Ein einfacher Wassersprühnebel kann Fasern binden. Besser geeignet ist Löschschaum. Faserbindelacke zeigen im

Vergleich zum Löschschaum eine effizientere Faserbindung. Eine optimale Kombination ist damit das Ablöschen des Brandes mit Löschschaum und die anschließende Anwendung eines Faserbindelackes.“

Ein Brand stellt eine ungewollte Ausnahme- und Notsituation dar, bei der ungeschützte Personen beteiligt sein können. Professor Eibl stellt fest: „Auch unter Notfallbedingungen ist eine potentielle Gefährdung durch das Material CFK in Form einer möglichen Bildung von lungengängigen Kohlenstofffasern beherrschbar.“

### CCeV-SICHERHEITSKURS

Damit auch das bei Bränden und Unfällen unabdingbare Rettungspersonal keinen unnötigen Gefahren ausgesetzt ist, hat der Carbon Composites e.V. (CCeV) zusammen mit der Roding Automobile GmbH eine Sicherheitsschulung für Rettungskräfte entwickelt.

Weitere Informationen:

**Katharina Lechler,**

Carbon Composites e.V., Augsburg,

Telefon +49 (0) 8 21 / 26 84 11 05,

E-Mail:

katharina.lechler@carbon-composites.eu,

www.carbon-composites.eu

# DEUTSCHLAND UND ASIEN ALS TREIBER FÜR CFK

Ergebnisse der aktuellen Composites-Markterhebung liegen vor

**Seit 2013 erhebt die Wirtschaftsvereinigung Composites Germany anhand einer halbjährlichen Mitgliederbefragung der Organisationen AVK, CFK-Valley, CCEv und VDMA Kennwerte zur momentanen und zukünftigen Marktentwicklung im Bereich Composites. Die aktuellen Ergebnisse der vierten Befragung liegen jetzt vor.**

Dem Trend der letzten Befragungen folgend, wird die aktuelle Geschäftslage von den Teilnehmern der Befragung positiv beurteilt. Schätzten in der letzten Befragung jedoch noch fast 90 Prozent der Befragten die Geschäftslage als „eher positiv“ oder „sehr positiv“ ein, ging dieser Anteil auf etwas mehr als zwei Drittel der Befragten zurück. Dieser Rückgang war aufgrund des enorm hohen Niveaus in den Vorbefragungen erwartet worden. Kritisch wird erneut vor allem die Situation in Europa gesehen. Die Lage in Deutschland und weltweit wird generell besser beurteilt.

Erfreulich ist in diesem Zusammenhang, dass die Einschätzung der zukünftigen Geschäftslage weiterhin deutlich positiv ist. Etwas mehr als 90 Prozent der Befragten gehen im nächsten halben Jahr von einer gleichbleibenden oder sogar verbesserten Geschäftslage in den drei abgefragten Regionen (Deutschland, Europas, weltweit) aus. (Abb. 1)



Die positive Einschätzung der generellen Geschäftslage und die positiven Zukunftsaussichten werden durch weitere Faktoren untermauert: Fast 30 Prozent der Befragten planen im kommenden Jahr Personaleinstellungen, demgegenüber stehen lediglich etwa 10 Prozent, die einen Personalabbau planen. Ein ebenfalls freundliches Bild zeigt sich bei den geplanten Anlageninvestitionen, die fast zwei Drittel der Befragten für wahrscheinlich halten.

Ein starkes Engagement im Composites-Markt wird dementsprechend auch weiterhin als lohnenswert erachtet. Fast die Hälfte der Befragten gibt an, ein noch stärkeres Engagement im Bereich Composites anzustreben (Abb. 2).

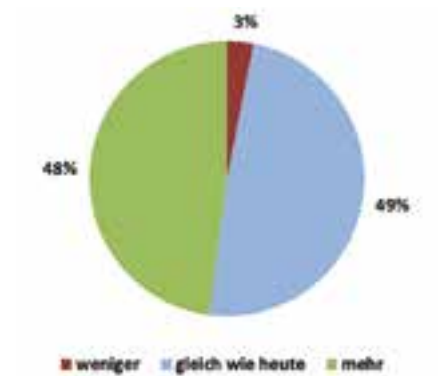


Abb. 2: Zukünftiges Engagement im Composites-Bereich

Die wesentlichen Wachstumsimpulse werden auch bei dieser Erhebung im Bereich CFK (Carbonfaserverstärkter Kunststoff) gesehen. Gefragt nach den zukünftigen Wachstumstreibern auf Werkstoffseite entfiel fast die Hälfte der Nennungen auf diese Werkstoffgruppe (Abb. 3). Regional werden Deutschland und Asien in diesem Bereich als Treiber angesehen.

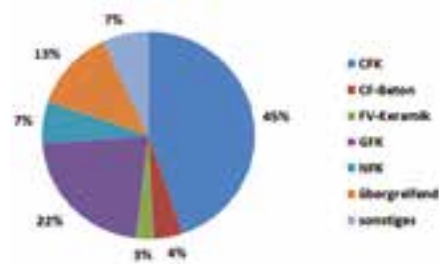
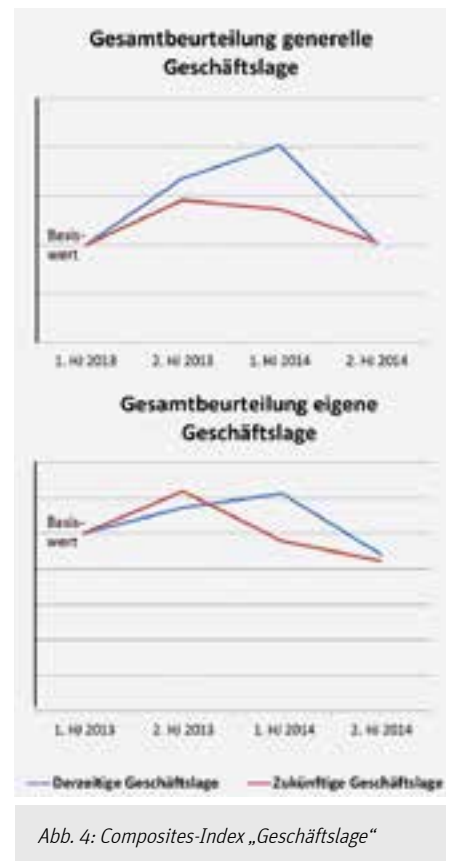


Abb. 3: Wachstumstreiber im Composites-Bereich

Erstmals wurde auch erhoben, wie sich nach Einschätzung der Befragten verschiedene Anwendungsbereiche zukünftig entwickeln werden. Die Automobil- und die Luftfahrtindustrie werden sich demgemäß, aus Sicht der Composites-Industrie, am positivsten

entwickeln, gefolgt von der Windenergie. Sowohl die generelle als auch die eigene Geschäftslage werden im Rahmen der vorliegenden Befragung etwas negativer beurteilt als bei den Vorbefragungen (Abb. 4). Hervorstreben



zuheben ist dabei aber ausdrücklich, dass sich die Vorbefragungen auf einem enorm hohen Niveau befanden. Die Einschätzung der Geschäftslage bleibt trotz dieses leichten Rückgangs weiterhin generell positiv. Die nächste Ausgabe der Composites-Markterhebung erscheint im Juli 2015.

Weitere Informationen:  
**Dr. Elmar Witten,**  
 Sprecher der Geschäftsführung,  
 Composites Germany  
 Telefon +49 (0) 69 / 27 10 77-0,  
 E-Mail:  
[elmar.witten@composites-germany.org](mailto:elmar.witten@composites-germany.org),  
[www.composites-germany.org](http://www.composites-germany.org)

# STRUKTURMECHANISCHE KENNWERTE UND MODELLPARAMETER

Thementag für Berechnungsingenieure war gut besucht

Rund 70 Teilnehmer fanden sich Anfang November zum Thementag des Carbon Composites e.V. (CCeV) ein, um sich mit dem Thema „Ermittlung strukturmechanischer Kennwerte und Modellparameter unter Beachtung von Auslegung, Nachweis und Zulassung“ zu beschäftigen. Zielgruppe der Veranstaltung unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. habil. Ralf Cuntze und Dr.-Ing. Horst Bansemir vom CCeV waren Berechnungsingenieure in Anwendung und Forschung.

In neun Vorträgen wurde unter anderem über die Ermittlung der für die Simulation notwendigen Kennwerte sowie der Reibungs-Modellparameter nach Puck und Cuntze gesprochen, das Normungsportal von Composites Germany (CCeV ist einer der vier Partner) sowie spezielle Inhouse-Testvorgehensweisen erläutert, Prüfme-

thoden diskutiert und die Probekörpergestaltung vorgestellt. Die Darstellung der Thematik berücksichtigte auch Medien-Einflüsse und die Dehnrate. Speziell für Designer wurde zudem die DIGIMAT Modellierungs-Plattform vorgestellt.

Neben dem intensiven Wissenstransfer durch die zahlreichen Referate erfüllte der

gut besuchte Thementag zudem ein wichtiges Ziel des CCeV, Teilnehmer miteinander zu vernetzen, die in verwandten Gebieten tätig sind. Damit wird vermieden, dass an mehreren Stellen Ressourcen für die gleichen Aufgaben eingesetzt werden.

## CARBON COMPOSITES MAGAZIN IM B2B-BRANCHEN-PORTAL YOOCORP.DE

Das B2B-Branchen-Portal YooCorp.de geht an den Start

Mit dem Launch des B2B-Branchen-Portals YooCorp.de für den Maschinenbau unterstützt nun die neue Online-Marketing-Plattform die Kommunikation von Business zu Business mit zahlreichen Diensten.

YOO/CORP

Auf einer neuen Internetplattform für Maschinenbauer ist auch der CCeV mit seinem Carbon Composites Magazin vertreten. YooCorp will sich als Treffpunkt für Unternehmen, Abteilungen und Geschäftsbereiche rund um die Branche Maschinenbau etablieren. Die Unternehmenspräsentation auf YooCorp.de ist kostenlos und bietet viele Möglichkeiten für eine professionelle und inhaltlich ansprechende Internetpräsenz. Zusätzlich zu ihrem Firmenprofil können Unternehmen auf YooCorp.de ihre Produkte, Ansprechpartner, Neuigkeiten und Stellenanzeigen in einem hochwertigen Umfeld präsentieren. Die professionelle Suchmaschinenoptimierung (SEO) garantiert dabei, dass Nutzer von Google, Bing oder Yahoo den Auftritt auch finden. Redaktionelle Beiträge stammen von der YooCorp Redaktion und namhaften Content Partnern wie dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und dem Carbon Composites e.V.

Mit der Weiterentwicklung von YooCorp werden in Zukunft interessante Premium-

Dienste wie SEA-Kampagnen und Werbeplätze, angeboten. Immer im Fokus: Die Neukunden- und Geschäftspartnergewinnung für die Profilinehaber. Die Profile werden auf allen Endgeräten hochwertig präsentiert. Neben der Suchmaschinenoptimierung werden auch Software und Sicherheitsmaßnahmen

ständig aktualisiert. Dabei lagern die Kundendaten auf einem Server in Deutschland, der TÜV-geprüft und nach Datenschutz-Richtlinie ISO 270001 zertifiziert ist.

Weitere Informationen:  
[www.YooCorp.de](http://www.YooCorp.de)





# RECYCLING: MÄRKTE GESUCHT!

Jetzt ist die Wertschöpfungskette gefragt

**Auf der sechsten Sitzung der Arbeitsgruppe Umweltaspekte im CCeV im Dezember 2014 war auch der aktuelle Stand des CFK-Recycling ein Thema. Der Referent, Dr. Siegfried Kreibe vom bifa Umweltinstitut in Augsburg, fasst seine Aussagen hier zusammen.**

CFK-Recycling ist auf einem guten Weg. Kernprozesse wie die Abtrennung der Carbonfasern durch Pyrolyse werden bereits im technischen Maßstab kommerziell betrieben. Jetzt gilt es, funktionierende Märkte für Recyclingfasern zu entwickeln.

Der Einsatz pyrolysierter Fasern als Mahlgut ist gängige Praxis. Dieser Markt ist jedoch nur begrenzt aufnahmefähig. Anwendungsnahe Entwicklungsarbeiten konzentrieren sich daher auf Faserlängen im unteren Zentimeter-Bereich, die etwa mit verschiedenen Trocken- und Nasslegeverfahren als Wirrfasern oder teilorientierte Fasern zu Produkten verarbeitet werden. Trotz guter Fortschritte gibt es hier wie auch bei Zerkleinerung, Störstoffabtrennung oder Staubhandling noch Einiges zu tun.

Dennoch steht schon die nächste schwierige Aufgabe an: der Aufbau aufnahmefähiger Märkte für Recyclingfasern. Neben technischen Problemen sind die zentralen Fragen hier: Wer geht in Vorleistung? Wer investiert? Wer bietet welche Garantien? Wie werden wirtschaftliche Risiken in der Marktentwicklungsphase geteilt? Und: Wie kann die gesamte Wertschöpfungskette für den Aufbau von Recyclingkreisläufen gewonnen werden? Zur Lösung dieser Fragen sind Recycler auf die Unterstützung der CFK-Erstanwender angewiesen. Nur wenn sie Recyclingmaterial einsetzen und die Risiken mittragen, kann der Marktaufbau gelingen. Dies ist dabei in ihrem Interesse: Recycling ist eine starke Stell-

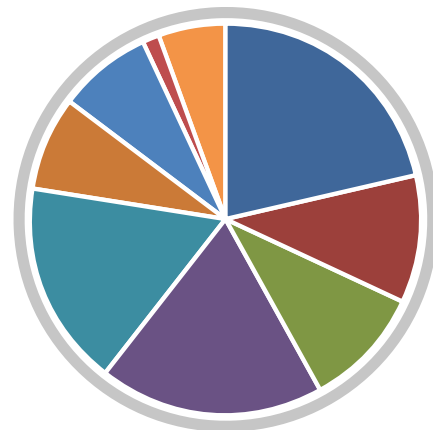
schraube zur Verbesserung der Ökobilanz von CFK. Ein Werkstoff ohne Recyclinglösung hat aber auch unabhängig davon immer Imageprobleme. Für Carbonfasern müssen zudem auch deshalb Verwertungspfade aufgebaut werden, weil sie, etwa aufgrund ihrer elektrischen Leitfähigkeit, andere Verwertungsprozesse erheblich stören können. Schließlich kann Recycling zu einem verlässlichen und kostengünstigen Entsorgungspfad werden und so die heutige schwierige Entsorgungssituation entspannen.

Allerdings bestehen gegenüber Recyclingware noch starke Vorbehalte, insbesondere hinsichtlich Niveau und Konstanz der Faser- und Produktqualität. Vor allem aber handelt es sich um ein im Grunde neues Material, mit dem sich die Anwender erst einmal vertraut machen müssen.

Dass dies gelingen kann, zeigen bestehende Recyclingkreisläufe. Früher wollten Papierfabriken und -anwender auf keinen Fall Altpapier in ihre Prozesse einbringen. Heute ist Altpapier ein international gefragter Rohstoff und Hauptbestandteil vieler Papierprodukte. Dies ist künftig auch dem Werkstoff CFK zu wünschen.

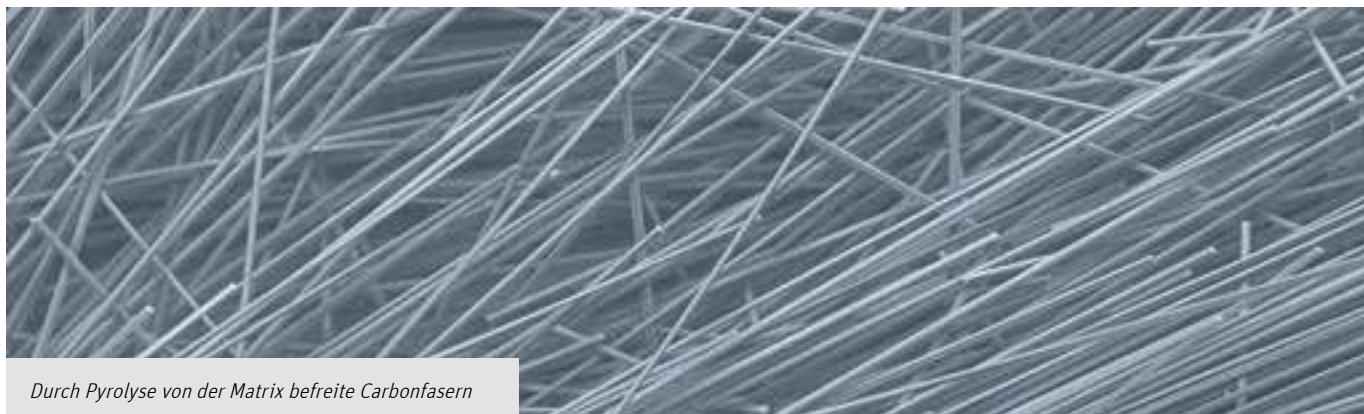
Weitere Informationen:

**Dr. Siegfried Kreibe,**  
bifa Umweltinstitut GmbH,  
Telefon +49 (0) 821/ 70 00-178,  
E-Mail: [skreibe@bifa.de](mailto:skreibe@bifa.de),  
[www.bifa.de](http://www.bifa.de)



gesamt	46,5 Tsd. t
L&R inkl. Verteidigung	13,9; 30%
Windenergie	6,7; 14%
Sport & Freizeit	6,4; 14%
Molding Compound	5,5; 12%
Fahrzeugbau	5,0; 11%
Drucktanks	2,4; 5%
Bauwesen	2,3; 5%
Marine	0,8; 2%
Andere	3,5; 7%

*Einsatzfelder für Carbonfaser-Neuware  
(Quelle: Marktbericht Carbon Composites  
2014). Hier müssen auch Recyclingfasern  
Eingang finden.*



Durch Pyrolyse von der Matrix befreite Carbonfasern

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

### Nutzen:

Der Faserverbundwerkstoff entsteht erst in der Fertigung. Daher bergen Umgang, Verarbeitung und Aushärtung des Faserverbundmaterials spezifische Gefahren für die Qualität der Bauteile sowie die Gesundheit des Verarbeiters. Das Seminar vermittelt die Grundlagen für den qualitätsgerechten und arbeitsschutzkonformen Umgang mit den erforderlichen Halbzeugen und Fertigungsprozessen.

### Teilnehmerkreis:

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

### Augsburg:

**30. September 2015**, 1 Tag, 14:00 bis 16:30 Uhr

## Grundlagenseminar Thermoplastische Faser-Kunststoff-Verbunde

### Nutzen:

Im Mittelpunkt steht die Vermittlung von Grundlagen über Aufbau, Einsatzgebiete und Verarbeitung von thermoplastischen Faser-Kunststoff-Verbunden. Weiter wird auf die wichtigsten Produktionstechnologien wie Thermoformen, Pressen, Fügen etc. eingegangen.

### Teilnehmerkreis:

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

### Augsburg:

**02. Juli 2015**, 1 Tag, 10:00 bis 17:00 Uhr

### Kaiserslautern:

**12. November 2015**, 1 Tag, 10:00 bis 17:00 Uhr



## Infiltrationstechnik – Theorie und Praxis

### Nutzen:

Die Seminarteilnehmer 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. Die Teilnehmer haben die Möglichkeit zur Besichtigung der VAP®-Anlage vor Ort.

### Hurlach:

**13. Mai 2015**, 1 Tag, 09:00 bis 16:00 Uhr

**25. November 2015**, 1 Tag, 09:00 bis 16:00 Uhr

## Einführung in Ceramic Composites

### Nutzen:

Die Teilnehmer erhalten einen Einstieg in die faserverstärkten Keramiken (Schwerpunkt C/SiC). Es werden die Motivationen der Faserverstärkung erläutert und der Stand der Technik in der Serienfertigung vermittelt.

### Teilnehmerkreis:

Technisch orientierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Metall- und Kunststoffbereich mit Interesse an faserverstärkten Keramiken.

### Augsburg:

**30. April 2015**, 1 Tag, 10:00 bis 16:00 Uhr

**17. September 2015**, 1 Tag, 10:00 bis 16:00 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 anschließenden, ebenfalls zweitägigen praktischen Teil sollen die Teilnehmer das erlernte Wissen durch die Herstellung einer Faserverbundstruktur unmittelbar im Technikum des CCEV-Partners Premium AEROTEC (PAG) anwenden.

### Teilnehmerkreis:

Das Seminar wendet sich insbesondere an Personen die sich erstmals mit der Entwicklung von Composite-Bauteilen befassen.

### Augsburg:

**12./13./19./20. Juni 2015**, 4 Tage, 09:00 bis 16:30 Uhr

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

### Nutzen:

Im halbtägigen theoretischen Grundlagenteil werden Werkstoffe, Fertigungsverfahren, Auslegungsmethoden und Bauweisen von CFK-Bauteilen und CFK-Metall-Hybridbauteilen vorgestellt. Die zweite Hälfte des Seminars wird als Workshop ausgeführt, wobei die Teilnehmer in Kleingruppen konkrete Aufgabenstellung selbstständig erarbeiten und zum Abschluss der gesamten Gruppe zur Diskussion stellen.

### Teilnehmerkreis:

Das Seminar wendet sich insbesondere an Personen die sich erstmals mit der Entwicklung von Composite-Bauteilen befassen.

### Augsburg:

**26. Juni 2015**, 1 Tag, 09:00 bis 16:30 Uhr

## Organisation des Change Managements beim Einsatz von Carbonbauteilen

### Nutzen:

Bei der Einführung und beim Einsatz von Carbonbauteilen aus eigener Produktion oder als Zukaufteil ist in Ihrem Unternehmen an vielen Stellen darauf zu achten, material- und bauteilgerechte Prozesse einzuführen, um Fehler zu vermeiden und das Bauteil an keiner Stelle zu beschädigen. Das Ziel sollte sein, beim Start mit CFK möglichst wenig unnötige Kosten zu verursachen.

### Teilnehmerkreis:

- Techniker und Ingenieure, die abteilungsübergreifend im Unternehmen Prozesse gestalten.
- Unternehmen, die anfangen, Bauteile aus CFK zu produzieren, zu beschaffen oder auch nur einzubauen.

### Augsburg:

**23. April 2015**, 1 Tag, 13:00 bis 17:30 Uhr

**29. Oktober 2015**, 1 Tag, 13:00 bis 17:30 Uhr

## Numerische Analyse endlosfaserverstärkter Kunststoffe in der Statik

### Nutzen:

Die Teilnehmer sind nach dem Besuch des Seminars in der Lage, Faserverbundstrukturen zu berechnen sowie die wirksamen Mechanismen der zugehörigen Physik zu erkennen und zu verstehen. Sie begreifen die unterschiedlichen Anforderungen an eine Faserverbundstruktur und die zugehörigen Berechnungskonzepte, sowie die Analyse von langfaserverstärkten Verbundwerkstoffen.

### Teilnehmerkreis:

Das Seminar wendet sich insbesondere an Ingenieure und Techniker in den Entwicklungs- und Berechnungsabteilungen von Herstellern, Zulieferern und Dienstleistern, die sich mit der Berechnung und Entwicklung von Faserverbund-Bauteilen und -Strukturen befassen.

### Augsburg:

**04. Mai 2015**, 1 Tag, 10:00 bis 17:00 Uhr

## Zerspanung II: 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 eine hohe Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit beim Bohren von Composites und deren Metallhybridverbunden (CFK/Alu/Titan u.a.) zu erreichen und zu gewährleisten.

### Teilnehmerkreis:

Technisch orientierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Metall- und Kunststoffbereich aus den Branchen Flugzeugbau, Windkraftanlagenbau, Automobilbau, Zulieferindustrie.

### Augsburg:

**05. November 2015**, 1 Tag, 09:00 bis 17:00 Uhr

## English for the Carbon Composites Industry – Intermediate Level (2 Tage)

### Nutzen:

Dieses Seminar aktiviert die praktischen Erfahrungen der Teilnehmer mit vielfältigen Rollenspielen und realistischen Szenarien, damit die Teilnehmer effektiver in englischer Sprache kommunizieren können.

Besonderen Wert wird auf technisches Englisch gelegt.

### Teilnehmerkreis:

Ingenieure, Facharbeiter oder andere Teilnehmer, die eng mit englischsprachigen Kunden zusammenarbeiten, Seminare in englischer Sprache halten, Fachenglisch für ihren Beruf benötigen und ihre Kommunikationsfertigkeiten verbessern wollen.

### Augsburg:

**09. und 10. Juli 2015**, 2 Tage, 09:00 bis 17:00 Uhr



## ANMELDUNG UND WEITERE INFORMATIONEN

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

## 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)

# CCeV-MITGLIEDER



# PREFORMEN AM LAUFENDEN BAND

IDVA GmbH entwickelt gemeinsam mit der Airbus-Tochter CTC GmbH ein Verfahren zur kostengünstigen und kontinuierlichen Herstellung von Preforms mit variabler Geometrie

**Beständig schiebt sich der fertig geformte Kohlenstofffaser-Flugzeugspant aus der Maschine. Am Ende des automatisch ablaufenden Prozesses ist ein komplex dreidimensional geformter Preform entstanden, der direkt in einem RTM-Prozess weiterverarbeitet werden kann.**

Das vorgeformte Faserhalbzeug ist gleichzeitig auch ein Schritt zum Nachweis der Machbarkeit einer automatisierten und kostengünstigen Herstellung von Flugzeugbauteilen. „Hier liegt der große Vorteil des Verfahrens: Man kann auf einer Maschine einen großen Teil der Spantgeometrien eines Flugzeugs vorformen und schafft dies in viel kürzerer Zeit als bisher verfügbare Anlagen. Hierzu braucht man nichts anderes als handelsübliche Kohlenstofffaser-Gelegebänder“ sagt Jonas Velten, einer der drei Geschäftsführer der IDVA GmbH. Möglich macht es eine adaptive Werkzeuggeometrie, die durch 14 unabhängig ansteuerbare Aktuatoren individuell und fortlaufend angepasst werden kann.

In einem gemeinsamen Projekt haben Ingenieure der CTC GmbH und der IDVA GmbH ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Spantpreforms mit variablem Querschnitt entwickelt und anlagentechnisch umgesetzt. Durch den Verzicht auf Prepreg-Materialien und den damit verbundenen Aufwand bei der Lagerhaltung lassen sich durch ein solches Verfahren zum einen kostengünstige Bauteile auf der Basis von Trockenfaserhalbzeugen herstellen und zum anderen führt die Automatisierung zu einem konstant hohen Qualitätsniveau. Durch den Bau der Anlage und die Fertigung erster Preforms konnte das Konzept zur kontinuierlichen Herstellung komplexer 3D-Profil-Preforms sowohl schnell als auch kosteneffizient innerhalb weniger Monate verifiziert werden.

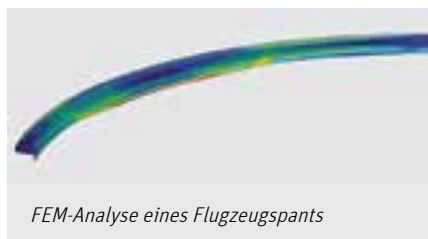
„Hier bewegen wir uns bezüglich der Kosten in einem Bereich von ein paar Prozent dessen, was ein entsprechendes Serienwerkzeug kosten würde. Und dies bei einem ähnlich hohen Automatisierungsgrad. In diesem Fall begann unsere Mitarbeit bereits in der Konzeptphase und endete vorerst mit der Verfahrensverifizierung. Denn nun liegt die Entscheidung bei Airbus, wie diese Technologie zukünftig eingesetzt und weiterentwickelt werden soll“, so Jonas Velten. „Diese Anlage ist ein schönes Beispiel, wie auch in kürzester



Die IDVA-Geschäftsführer Velten, Deschauer und Andrä (v. l.) vor der Umform-Sektion der Anlage



Preform-Anlage: Detail der Aktuatorik



FEM-Analyse eines Flugzeugspants



Spantpreform mit Steghöhenvarianz

Zeit und mit beschränktem Budget definierte Entwicklungsziele erreicht werden können.“ Und auch die Kollegen von der CTC GmbH in Stade, die bereits das Grundprinzip und eine Vorgängeranlage mit fester Spantgeometrie entwickelt haben, sind sich einig: „Was wir da in wenigen Monaten erreicht haben, hätten wir zu Beginn nicht für möglich gehalten“ sagt Tassilo Witte, verantwortlicher Projektleiter beim CTC.

Die IDVA GmbH ist ein auf Faserverbundkunststoffe spezialisiertes Ingenieurbüro. Der Kundenkreis erstreckt sich von Architektur und Maschinenbau über Automobilbau bis hin zur Luft- und Raumfahrt. In dieser Sparte ist die IDVA GmbH z.B. Entwicklungs-

partner der MT Aerospace AG. Durch ihre interdisziplinäre Aufstellung ist IDVA in der Lage, den gesamten Produktentstehungszyklus abzudecken. Angefangen von Machbarkeitsstudien über die Strukturauslegung und FEM-Simulation bis zur Verfahrensentwicklung und Fertigung können die Anforderungen in Forschung und Entwicklung abgedeckt werden.

Weitere Informationen:

**Jonas Velten,**  
IDVA GmbH, Freiburg,  
Telefon +49 (0) 7 61/214 44 53-3,  
E-Mail: jonas.velten@idva.de,  
www.idva.de

## Voith Composites in Garching entwickelt und produziert Faserverbundbauteile

**Voith Composites als Kompetenzzentrum des Voith Konzerns für Faserverbundbauteile entwickelt und produziert hochwertige Composite-Produkte am Standort Garching bei München. Kernkompetenzen sind das Wickelverfahren, RTM- und das Intervall-Heißpressen. Entsprechend reicht das Produktspektrum von Walzen für die Papier- und Folienindustrie, endlos gefertigten Flachlaminaten und komplex geformten Bauteilen für die Automobilindustrie bis hin zu CFK-Antriebswellen.**

Aufgrund ihrer hohen spezifischen Steifigkeit und Festigkeit eignet sich insbesondere kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) hervorragend für den Einsatz in Antriebswellen (Abb. 1). Gründe für ihren Einsatz sind ihre hohe Dauerfestigkeit, das gegenüber einer Stahlvariante um 30 bis 60 Prozent reduzierte Gewicht, die Korrosionsbeständigkeit sowie die erhöhte Dämpfung, die störenden Schwingungen entgegenwirken. Durch höhere zulässige Betriebsdrehzahlen sind weiterhin Leistungssteigerungen von Anlagen möglich.



Abb. 1: CFK-Antriebswelle von Voith Composites

Die Antriebswelle ist aus den typischerweise in Stahl ausgeführten Krafteinleitungselementen am Wellenende und dem dazwischen liegenden CFK-Rohr aufgebaut. Das sichere Einleiten von Kräften und Momenten über die Stahlelemente in die CFK-Struktur stellen neben dem Laminataufbau die größte Herausforderung dar. Voith Composites stehen hierzu langjährig bewährte Lösungen zur Verfügung. Die CFK-Antriebswellen werden von Voith Composites kundenspezifisch sowohl analytisch als auch abschließend numerisch (siehe Abb. 2) ausgelegt. Basis der Berechnung sind selbst erarbeitete Werkstoffkennwerte, was zu einer guten Übereinstimmung zwischen Berechnung und Versuch führt (Abb. 3).

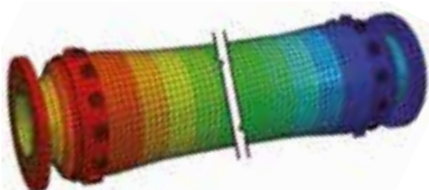


Abb. 2: FEM-Berechnung einer Antriebswelle

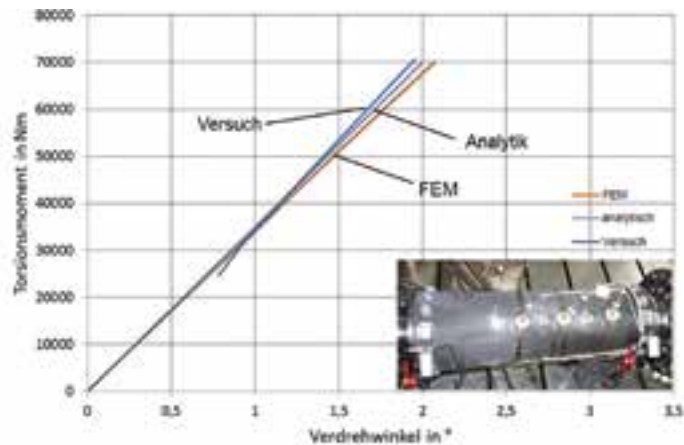


Abb. 3: Überprüfung der Torsionssteifigkeit einer CFK-Antriebswelle in der Dauererprobung

Voith Composites greift bei der Herstellung von CFK-Antriebswellen auf langjährige Erfahrungen in der Wickeltechnologie zurück. Abb. 4 zeigt beispielhaft einen Zwei-Spindel-Wickelautomat zur Produktion von CFK-Rohren. Sowohl während als auch nach der Bauteilproduktion werden kontinuierlich Parameter und Kennwerte für eine hohe Produktqualität erfasst.



Abb. 4: Fertigung am Zwei-Spindel-Wickelautomat

Breite Anwendung finden Antriebswellen von Voith Composites (Abb. 5) im Maschinenbau. Hier erlaubt es die einteilige Bauweise in CFK häufig, die bei Stahlgelenkwellen in mehrteiliger Bauweise notwendigen kostenintensiven Lagerstellen zu vermeiden. Auch im maritimen Sektor werden immer häufiger Antriebswellen aus CFK eingesetzt, um hier ebenfalls längere Distanzen ohne Zwischenlagerung zu überbrücken. In einem konkreten Anwendungsfall konnte ge-

meinsam mit dem Kunden eine 10 m lange, vierteilige Stahlwelle durch eine zweiteilige CFK-Antriebswelle ersetzt werden. Durch den Wegfall von zwei Lagerstellen entstand neben der Gewichtseinsparung von über 40 Prozent ein erheblicher Kostenvorteil für den Kunden. Die biegekritische Drehzahl konnte dabei konstant gehalten werden.

Voith Composites bietet Wellen von 100 mm bis 1.200 mm Durchmesser mit einer maximalen Länge von 12 m an. Die Torsionswechselfestigkeit der größten Wellen liegt dabei bei ca. 1.200 kNm.



Abb. 5: Ausführung einer CFK-Antriebswelle

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Steffen Kress,**

Leiter Business Development und Sales,  
Voith Composites GmbH Co. KG, Garching,  
Telefon +49 (0) 89 / 32 00 18 00,  
E-Mail: [composites@voith.com](mailto:composites@voith.com),  
[www.voith-composites.com](http://www.voith-composites.com)



## FLECHTEN FÜR FORTGESCHRITTENE

Technologischer Durchbruch bei der Herstellung von hohlen Faserverbundbauteilen in Klein- und Großserien

**Munich Composites hat verschiedene Konzepte entwickelt und patentiert, mit denen die Fertigung von Faserverbund-Leichtbauteilen automatisiert werden kann. Basis ist die Flechttechnologie, die in Kombination mit RTM-Harzinjektionsverfahren die kostengünstige Fertigung von Profilen und Hohlbauteilen für den Automobilbau, den Flugzeugbau oder die Sportartikelindustrie ermöglicht.**

Bei diesem Verfahren werden die Verstärkungsfasern endkonturnah und lastpfadgerecht mit Hilfe der Flechttechnik auf einen Kern aufgeflochten. Der Verschnitt liegt dabei unter 5 Prozent, da direkt über den formgebenden Kern geflochten wird und nur am Anfang und Ende Material abgeschnitten wird. Zusätzliche Vorteile bietet die Flechttechnik durch die Nutzung von Direktrovings, welche vor dem Flechtverfahren keinen Veredelungsprozess wie z.B. Prepegs durchlaufen und somit deutlich kostengünstiger sind.

Die Faserablage erfolgt automatisiert durch mehrere Roboter, die die Kontur des späteren Bauteils abfahren. Dadurch wird gewährleistet, dass sich die Fasern exakt an der Kontur des Bauteils ablegen. Es entstehen keine Falten und es wird kein zusätzliches Material für Verstärkungen benötigt. Durch die Automatisierung werden zudem menschliche Fehlerquellen ausgeschlossen. Munich Composites kann garantieren, dass jedes Bauteil immer die gleich hohe Qualität und damit Sicherheitsstandards aufweist. Ein innovatives Alleinstellungs-

merkmal sind aufblasbare Flechtkerne in der Form des späteren Bauteils als Fertigungshilfsmittel, die auch Hinterschnitte ermöglichen und wiederverwendet werden können. Stand der Technik war bisher die Verwendungen von Sand, Wachs oder Metalllegierungen, die nicht nur kosten- und energieintensiv für jedes Bauteil neu hergestellt werden mussten, sondern auch herausgelöst werden mussten. Zusätzlich werden durch Nachkompaktierung deutlich höhere Faser volumengehalte erreicht. Vor der Harzinjektion wird der Kern entnommen. Die hohle Preform wird mit Hilfe eines Innensackes im RTM-Außenwerkzeug bedruckt und mit Harz injiziert. Hier wurden verschiedene Prozessinnovationen umgesetzt, um eine kostengünstige Serienfertigung aufzubauen. Mit diesen Innovationen ist eine Kostenersparnis von ca. 30 Prozent im Vergleich zu anderen Herstellverfahren möglich. Derzeit fertigt Munich Composites verschieden Bauteile in Serie. Neben der Serienfertigung entwickelt Munich Composites Bauteile u.a. für namenhafte Unternehmen aus der Automobilindustrie.

Weitere Informationen:

**Martin Stoppel,**  
Kaufmännischer Leiter,  
Munich Composites GmbH, Ottobrunn,  
Telefon +49 (0) 89/8 90 55 50 99,  
E-Mail: [stoppel@munich-composites.de](mailto:stoppel@munich-composites.de),  
[www.munich-composites.de](http://www.munich-composites.de)



*Hohle Preforms mit variablen Querschnitten (l.) sind ebenso möglich wie verklebte Bauteilgruppen (r.)*

## Automatisierte Klebebolzensetzanlage bei der ACE Advanced Composite Engineering GmbH

**Mit über 30 Jahren Erfahrung ist die ACE Advanced Composite Engineering GmbH mit ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern führend bei der Realisierung von Leichtbaustrukturen aus Faserverbundwerkstoffen und Leichtmetallen für unterschiedlichste Anwendungsgebiete und Branchen. Dabei werden neben Faserverbundbauteilen auch Leichtbaulösungen in hybriden Bauweisen durch die Kombination von Leichtmetallen und Faserverbundwerkstoffen entwickelt.**

ACE bietet neben reinen Engineering-Dienstleistungen wie Entwicklung, Konstruktion und Finite Elemente Auslegung auch die Produktion von Prototypen und Serienbauteilen an. Darüber hinaus werden auch Reparaturdienstleistungen mit CFK-Monocoques angeboten, etwa für Unfallfahrzeuge. Die Besonderheit bei der Bauteilproduktion ist, dass sämtliche Werkzeuge und Fertigungsmittel selbst entwickelt und konstruiert werden. Somit deckt ACE die gesamte Wertschöpfungskette von der Idee bis zur Fertigung der Bauteile und dem After Sales Services ab. ACE hat sich als verlässlicher Just-in-time-Lieferant etabliert und bedient im Automotive-Bereich u.a. Audi, Bugatti, Daimler, Lamborghini, Porsche und Volkswagen. Im Luftfahrtbereich arbeitet ACE u.a. für Airbus, Assystem sowie Premium AEROTEC.

Mit der Inbetriebnahme einer neuen Klebebolzensetzanlage wurden weitere wichtige Meilensteine in Bezug auf die Automatisierung von Fertigungsschritten und der damit verbundenen Steigerung der Produktionseffizienz und Wiederholgenauigkeit in der Produktion von Faserverbundbauteilen erreicht. Auf der automatisierten Anlage werden für einen bekannten Automobilhersteller in einem Zeitraum von etwa neun Jahren über 45.000 Bausätze gefertigt. Die Anlage ist dafür ausgelegt, automatisch die verschiedenen Bauteilvarianten zu erkennen und spezifisch zu verarbeiten. Es ist ebenfalls möglich, der Anlage Reparaturbauteile zuzuführen und fehlende Bolzen nachzusetzen. Für jedes produzierte Bauteil wird automatisch ein zugehöriges Fertigungsprotokoll erstellt, u.a. für die Qualitätssicherung und Chargenverfolgung.

Die komplette Anlage zum Positionieren und Kleben von Stehbolzen wurde von der Reis GmbH & Co. KG Maschinenfabrik projektiert und gebaut. Sie besteht aus bauteilspezifischer Fördertechnik und einem Roboter (RV130-90) mit neuer ROBOTstarVI-Steuerung. Das dazugehörige Bolzensetzgerät, die Zuführungskomponenten und die Sicherheitstechnik wurden von der Tucker GmbH entwickelt und geliefert. Aufgabe der Anlage: Es werden mehrere Steh-



*Robotergeführte Positionierung*

*Automatisierte Klebebolzensetzanlage*

bolzen als Anbindungspunkte an außen liegenden Positionen einer länglichen, rechteckigen CFK-Struktur angebracht, ohne das tragende Strukturbauteil durch Bohrungen zu schwächen. Dazu werden dem Positionierungsroboter automatisch Klebebolzen mit einem vorappliziertem Klebstoff zugeführt und durch eine thermische Reaktion aufgeklebt. Technische Details: Die Anlage zeichnet sich durch benutzerfreundliche Bedienung und minimierten Platzbedarf aus (L 365 cm, H 125 cm, B 200 cm). Die Optimierung der Aufstellfläche wurde bereits in der Planungsphase durch 3D-Layout-Untersuchungen sichergestellt. Bei der Planung wurde auf größtmögliche Arbeitsergonomie für eine effiziente Nutzung der Anlage Wert gelegt. Alle Bedienelemente und ein großes Display sind übersichtlich im Arbeitsbereich des Werkers angeordnet. Ein innovatives Touch-Display im Tablet-Format ermöglicht die Robotersteuerung und erleichtert dem Programmierer die Arbeit. Für die Programmerstellung nutzte Reis das standardmäßig in der Steuerung vorhandene Tool ProVis, mit dem 3D-CAD-Daten der Bauteile eingelesen und verarbeitet werden können.

Abhängig von den Bauteileigenschaften Wärmeleitfähigkeit, Oberflächenstruktur und Positionierung können kurze Taktzeiten erreicht werden. Ein wichtiges Merkmal der Klebeanlage ist, dass die Klebebolzen mit vorappliziertem Klebstoff geliefert und über eine Zuführeinheit einzeln zum Positionie-

rungsroboter gefördert werden. So werden keine zusätzlichen Dosier-, Misch- und Verarbeitungsanlagen benötigt und die Fertigungstiefe kann signifikant verringert werden. Zum automatisierten Verkleben werden die Bauteile und Bolzen vorgewärmt. Danach werden die Bolzen vom Roboter an die korrekte Position gesetzt und fixiert, bis der Klebstoff ausgehärtet und die Handhabungsfestigkeit der Bolzen erreicht ist.

Eine weitere wichtige Eigenschaft ergibt sich aus den Anforderungen an die Qualitätssicherung. Der Klebstoff ändert während der Verarbeitung temperaturbedingt bis zum Aushärten seine Farbe. Somit kann anhand einer einfachen Sichtkontrolle festgestellt werden, ob der Aushärtungsprozess erfolgreich durchgeführt wurde. Die Tucker GmbH bietet aktuell zwei Bolzengeometrien an, die vollautomatisch verarbeitet werden können und somit die Bandbreite der Anforderungen in der Automobilindustrie weitgehend abdecken (T5x20 mit einem Fußdurchmesser von 14 mm und M6x20 mit einem Fußdurchmesser von 17 mm). Weitere Bolzenabmessungen sind nach Angaben der Tucker GmbH bei Bedarf und nach Prüfung möglich.

Weitere Informationen:

**Jürgen Enz,**

ACE GmbH, Immenstaad/Bodensee,

Telefon +49 (0) 75 45/8 94 83,

E-Mail: juergen.enz@ace-composite.com,

www.ace-composite.com



# START FREI

## Premium AEROTEC beginnt in Augsburg mit der Fertigung der A350-1000

**Bei Premium AEROTEC ist die Produktion für die größte Version der A350 XWB nun in vollem Umfang angelaufen: Am Standort Augsburg hat das Unternehmen mit dem Legen der ersten CFK-Bahnen für die hinteren Seitenschalen der Version -1000 begonnen. Dieser Fertigungsstart liegt im Terminplan. Bereits im Oktober 2014 hatte Premium AEROTEC in Nordenham die Produktion seiner Anteile an der A350-1000 aufgenommen.**

Im Beisein von mehr als 200 Mitarbeitern startete am 30. Januar 2015, einem Freitag-nachmittag, bei einer Feierstunde die Augsburger Fertigung. Eine hochautomatisierte Legemaschine legte aus CFK-Material die ersten Schichten, aus denen nach dem Aushärten in einem Druckofen (Autoklav) eine Rumpfschale entsteht. Aus den Augsburger Bauanteilen – die beiden Seitenschalen, die Druckkalotte sowie die Fußbodenstruktur – und weiteren Rumpfbauanteilen montiert Airbus in Hamburg schließlich die hintere Rumpfschale des Flugzeugs.

Der Leiter des A350-Programms bei Premium AEROTEC, Joachim Nägele, sagte: „Heute ist die A350-1000 bei Premium AEROTEC in voller Bandbreite in unserer Fertigung angekommen. Unsere Anteile für den hinteren Rumpf sind nun wie geplant drei Monate nach der vorderen Rumpfschale in Produktion gegangen. Dank einer großartigen Leistung der gesamten Mannschaft und der guten Zusammenarbeit mit unserem Kunden Airbus sind wir auf einem guten Weg, den industriellen Hochlauf im A350-Programm erfolgreich zu meistern. Daran arbeiten wir mit voller Konzentration.“ Der Produktionschef von Premium AEROTEC, Andreas Fehring, dankte seinem Team: „Es ist großartig, mit einer hochmotivierten Mannschaft an dem modernsten Flugzeug der Welt zu arbeiten. Dafür großen Respekt und vielen Dank! Die exzellente Arbeit, die unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter hier leisten, macht mich zuversichtlich für den weiteren Hochlauf.“

Mit der A350 XWB bietet Airbus erstmals ein weitgehend aus Kohlenstofffaserverbundwerkstoff (CFK) gefertigtes Flugzeug an – und Premium AEROTEC ist einer der größten Zulieferer für die CFK-Rümpfe. Während die Version -900 mit knapp 67 m Länge bereits im Liniendienst eingesetzt wird, befindet sich die Produktion des rund 7 m längeren Schwestermodells -1000 im Anlauf. Premium AEROTEC produziert an seinem Standort Augsburg die Seitenschalen



des hinteren Rumpfs (Sektion 16/18), die Fußbodenstruktur und die Druckkalotte. In Nordenham stellt Premium AEROTEC die vollständige vordere Rumpfschale 13/14 her.

Die vordere und die hintere Rumpfschale der A350-1000 sind jeweils über 3 m länger als bei der -900. Die daraus resultierenden statischen Auswirkungen machten bedeutende konstruktive Veränderungen notwendig.

Mit der Version -1000 werden wichtige Innovationen eingeführt: Für die hochkomplexe Türrahmenstruktur hat Premium AEROTEC gemeinsam mit Airbus erstmals eine eigene CFK-Lösung entwickelt. Sie trägt zu erheblicher Gewichts- und Kosteneinsparung bei. Außerdem führten Veränderungen im Produktionsverfahren (Ablegeverfahren) zu einer bedeutenden Verkürzung der Produktionszeit.

Die CFK-Außenhaut des Rumpfs der A350 XWB zeichnet sich durch ihr geringes Gewicht und ihre Korrosionsfreiheit aus. Die Fertigung der hochkomplexen Rumpfschale in Leichtbauweise für die A350 XWB umfasst die weitgehend automatisierte Herstellung der Außenhaut mit einer Harzfaser-Legemaschine (Fiber-Placement-An-



*Start frei für die Produktion der A350-1000-Seitenschalen in Augsburg: Manuel Schreiber, Bernard Kock am Brink, Matthias Spengler, Staatssekretär Johannes Hintersberger, Landrat Michael Sailer, Joachim Nägele und Ramona Zeiper (v.l.n.r.)*

lage) sowie das Aushärten im Druckofen (Autoklav). In Augsburg erfolgen diese Arbeitsvorgänge in der eigens dafür errichteten, rund 25.000 m<sup>2</sup> großen A350 XWB-Produktionshalle (Werk I).

Weitere Informationen:

**Markus Wölfle,**

Premium AEROTEC, Augsburg,  
Telefon +49 (0) 8 21 / 80 16 36 75,

E-Mail:

markus.woelfle@premium-aerotec.com,  
www.premium-aerotec.com

# VERBESSERTE FASER-MATRIX-HAFTUNG

## Neues Verfahren vermeidet strukturelle Schädigung von Carbonfasern

**Für die besonderen Festigkeiten moderner Faserverbundwerkstoffe ist die Bindung der Fasern an die Matrix von grundlegender Bedeutung. Die Entwicklung von Carbonfaser-Verbundwerkstoffen zielt daher nicht nur auf die Optimierung der Fasern selbst, sondern auch auf deren Oberflächenbeschaffenheit. Etabliert ist die gezielte chemische Behandlung der Fasern, bei der die Faseroberfläche oxidativ angegriffen wird. Dabei entstehen funktionelle chemische Gruppen, die die Faser-Matrix-Haftung verbessern. Doch wird auch die Festigkeit der Fasern selbst herabgesetzt, denn deren Oberfläche ist regelrecht angeraut, die Struktur der Faser geschädigt.**

Am ITCF Denkendorf geht man einen neuen Weg, um die Haftung der Carbonfaser an der Epoxidmatrix zu erhöhen. In einem komplexen chemischen Vorgang werden Polymerketten auf die Oberflächen der Fasern aufgepropft. Dabei binden sich Polymere an funktionelle Gruppen der Carbonfasern und polymerisieren dort aus. Sie wachsen auf der Faseroberfläche zu immer größeren polymeren Ketten und bilden dreidimensionale Strukturen. Wie kleine Anker ragen diese dann in das Epoxidharz. Eine hervorragende Faser-Matrix-Haftung wird so ermöglicht, ohne dass die Fasern selbst ihre ursprüngliche Stabilität einbüßen.

Das neue Verfahren ist einfach und umstandslos in die industrielle Produktion zu transferieren: Die Fasern werden mit einer Flüssigkeit (Monomerenlösung) präpariert und anschließend einer Temperaturbehandlung unterzogen. Darauf folgt ein Wasch- und Trocknungsvorgang.

Erste Prüfkörper wurden nach der neuen Methode bereits hergestellt und erfolgreich auf ihre mechanischen Eigenschaften getestet. Die Zugfestigkeiten stiegen gegenüber sol-

chen Verbundwerkstoffen mit herkömmlich behandelten Fasern um 15 Prozent. Auch der Elastizitätsmodul, ein Maß für den Widerstand eines Materials bei elastischer Verformung, konnte um 6 Prozent gesteigert werden. Den größten Einfluss hatte die Behandlung auf die „interlaminare Scherfestigkeit“, die um 20 Prozent anstieg. Dieser Wert beschreibt den Zusammenhalt der Materialschichten in Verbundkörpern.

Mikroskopische Untersuchungen an Bruchflächen des modifizierten Materials zeigen eine Reduzierung des sogenannten ‚Faser-Pull-Outs‘: Die Fasern werden im Zugversuch weit weniger aus dem Matrixmaterial herausgezogen. Diese überzeugenden Resultate versprechen ein hohes Potenzial für den Transfer in ein marktreifes Produkt.

Weitere Informationen:

**Dr. Elisabeth Giebel,**

Keramikfasern, Carbonfasern, Rheologie,

ITCF Denkendorf,

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

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

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



*Faseroberfläche vor der Präparation*



*Faseroberfläche nach der Präparation mit Monomerenlösung*

**SAVE THE DATE**

## 1st International Composites Congress (ICC) von Composites Germany

Am 21. und 22. September 2015 findet im Internationale Congresscenter Stuttgart (ICS) der erste Internationale Composites Congress (ICC) statt. Dieser löst die Internationale AVK-Tagung ab – erstmals werden alle Bereiche der Composites-Industrie gleichermaßen abgedeckt. Der ICC steht unter dem Motto: „Wie werden Composites zur Schlüsselindustrie?“ und ist die Auftaktveranstaltung der europäischen Fachmesse Composites Europe, die vom 22. bis 24. September 2015 in Stuttgart stattfindet.

Weitere Informationen: [www.composites-germany.org](http://www.composites-germany.org)



## IfW-Tagung in Stuttgart fand große Resonanz

**Im Oktober 2014 fand die IfW-Tagung „Bearbeitung von Verbundwerkstoffen – Spanende Bearbeitung von CFK“ des Instituts für Werkzeugmaschinen (IfW) der Universität Stuttgart bereits zum vierten Mal in Folge in Kooperation mit der Abteilung Leichtbautechnologien des Fraunhofer IPA aus Stuttgart statt. Dazu kamen Vertreter und Interessierte wichtiger Anwenderbranchen, Hersteller von Werkzeugen und Maschinenperipherie – von kleinen- und mittelständischen Betrieben bis zu OEMs – sowie namhafte Forschungseinrichtungen. Das Symposium bot ihnen einen idealen Rahmen für angeregten Austausch von Ideen und Erfahrungen.**

Die Tagungsthemen widmeten sich vor dem Hintergrund erhöhter Wirtschaftlichkeitsanforderungen den speziellen Herausforderungen bei der Bearbeitung von CFK-Verbundwerkstoffen und berücksichtigten die aktuellsten Trends und Entwicklungen. Dr. Thomas Stehle vom IfW der Universität Stuttgart eröffnete den Vortragstag mit Porträts der beiden ausrichtenden Institute IfW und IPA sowie einer umfassenden Darstellung der Besonderheiten bei der CFK-Zerspanung. Die Kernkompetenzen der beiden genannten Forschungseinrichtungen liegen auf der Zerspanungssimulation von Leichtbauwerkstoffen, der Entwicklung von Absaugstrategien und -einrichtungen, dem Einsatz von Kühlschmierstoffen sowie der Roboterzerspannung und werkstoffgerechten Auslegung von Betriebsmitteln. Innovative Forschungsvorhaben der jüngsten Vergangenheit umfassen hybride Bearbeitungsverfahren, innerhalb derer ultraschallüberlagerte Zerspanprozesse entwickelt werden, sowie die Untersuchung des Temperatureinflusses bei der Kryogenerspannung.

Der Vortrag von Andreas Frank von der Firma Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH und Robert Bleckenlechner vom Fraunhofer IPA griff die ebenfalls vorgestellten spezifischen Herausforderungen in der Werkzeugentwicklung auf und stellte die Einflüsse verschiedenster Werkzeuggeometrien auf die Stack-Bearbeitung vor. Standzeitversuche und ausführliche Qualitätsanalysen zeigten die Optimierungspotenziale und mögliche Lösungswege innerhalb dieses Bereiches ausführlich auf. Dr. Steffen Kress referierte danach über die Anwendungen dieser neuen Werkstofftechnologie innerhalb der Konzernsparte Voith Composites GmbH & Co. KG des Voith Konzerns. Er gab wertvolle Einblicke in die vielfältige Verwendung dieser Materialien und in die Herausforderungen bei der Bearbeitung aus Anwendersicht. Vor dem Hintergrund des Klein- und Großserieneinsatzes in Industrie und Automotive ergeben sich hohe Anforderungen insbesondere an wirtschaftliche und gleichzeitig hochqualitative Bearbeitungslösungen. Die Wirtschaftlichkeit betrach-

tete weiterführend Thomas Lanz im Rahmen seines Vortrages über die Erfassung und Absaugung von CFK-Stäuben und -Spänen. Die Kostenanalyse von Filter- und Absauganlagen benannte wesentliche Kostentreiber, zu deren Abstellung nachhaltige und ganzheitliche Energieoptimierungskonzepte aus dem Hause Rippert Anlagentechnik GmbH & Co. KG vorgestellt wurden.

Christian Gauggel beleuchtete für die Gühring KG Hochleistungswerkzeuge für die prozesssichere Bearbeitung von Stack-Strukturen. Neben innovativen, standzeitverlängernden Beschichtungen stellte er speziell für die Stack-Bearbeitung ausgelegte und mit spanbrechenden Eigenschaften versehene Werkzeuge vor. Durch eine weitere Überlagerung mit einer getakteten sinuswelligen Vorschubbewegung konnten ferner die Schnitt- und Vorschubkräfte reduziert und die Standzeit signifikant erhöht werden.

Die anschließende Mittagspause gab Gelegenheit zum intensiven Austausch aller Beteiligten und zur Besichtigung des Versuchsfeldes des IfW und IPA. Danach führte Dr. Harald Kuolt von der J. Schmalz GmbH die Vorträge fort und sprach zur Automatisierung in der FVK-Prozesskette. Vor dem herausfordernden Hintergrund der Handhabung der empfindlichen Faserstrukturen insbesondere während der Drapierung konnte er passende Greif- und Aufspannlösungen bis hin zu Ausblickstechnologien mittels elektrostatischer Greifsysteme benennen.

Andree Fees von HPM Technologies GmbH betrachtete den Einsatz der Minimalmengenschmierung und übertrug die innerhalb der Metall Zerspanung etablierten Verfahren gekonnt auf den Anwendungsbereich der Zerspanung von Faserverbundwerkstoffen. Andreas Gebhardt vom Fraunhofer IPA und André Schulte-Südhoff von der Firma Schuko H. Schulte-Südhoff GmbH behandelten daran anschließend das Thema CFK-Stäube im Hinblick auf spezifische Problemstellungen und Herausforderungen. Insbesondere die Gefährdungspotenziale durch CFK-Stäube wurden ausführlich angesprochen und wirkungsvolle Abstellmaßnahmen identifiziert. Die

Fraunhofer-eigene Entwicklung des Adexsys bietet hier einen Ansatz zur werkzeughnahen, energieeffizienten und adaptiv-sensorgesteuerten Absaugtechnologie.

Die werkzeugtechnologische Betrachtung komplettierte Peter Büttler der Firma Komet Schweiz AG um Lösungen für die industrielle CFK-Zerspanung beim Gewindebohren und Reibbearbeiten unter Anwendung innovativer Sondergeometrien oder nanokristalliner Diamantbeschichtungen. Hier zeigten sich Vorteile in der Standzeitverlängerung, der verbesserten Qualität der Schnittkante und einem insbesondere für Stack-Bearbeitung positiverem Spanbruchverhalten.

Abschließend stellte Dr. Michael Magin von Ceratizit S.A. gemeinsam mit Dan Talpeanu vom IfW der Universität Stuttgart eine innovative Schneidenbeschichtung vor, die sich durch ein differenzielles Verschleißverhalten und somit nachschärfende Eigenschaften auszeichnet. Im Anwendungsfall des Kreissägens konnten damit signifikante Verbesserungen hinsichtlich Standzeit und Qualitätsausprägung an der Bauteilkante realisiert werden.

Das Tagungsthema bot Forschern, Werkzeugherstellern, Anwendern und CFK-Interessierten gleichermaßen die Gelegenheit, sich umfassend über das Thema CFK und dessen Bearbeitung zu informieren. Zudem stellten Unternehmen ihre Produkte und Dienstleistungen auf der tagungsbegleitend stattfindenden Fachausstellung vor, was eine passende Rahmenatmosphäre schuf. Alle Beteiligten waren vollauf zufrieden und die Resonanz war durchweg positiv – gute Gründe, sich auf die IFW Tagung 2015 zu freuen.

Weitere Informationen:

**Dipl. Wirt.-Ing. Philipp Esch,**  
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA,  
Abteilung Leichtbautechnologien, Stuttgart,  
Telefon +49 (0) 7 11/ 9 70-15 57,  
E-Mail: philipp.esch@ipa.fraunhofer.de,  
www.ipa.fraunhofer.de

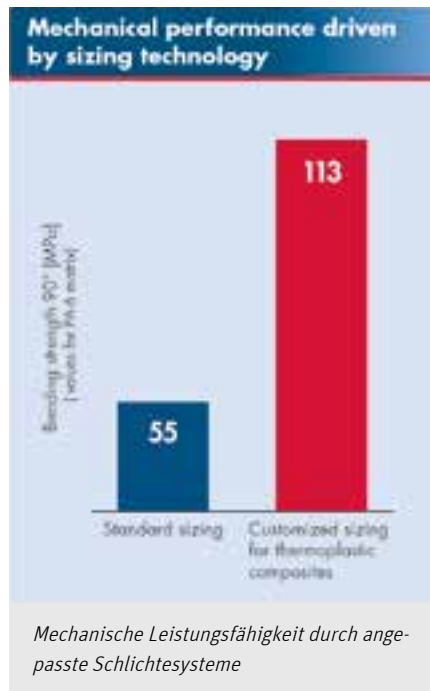
# UMFASSENDES THERMOPLASTISCHES MATERIALPORTFOLIO

SGL Group entwickelt Materialsystem systematisch weiter

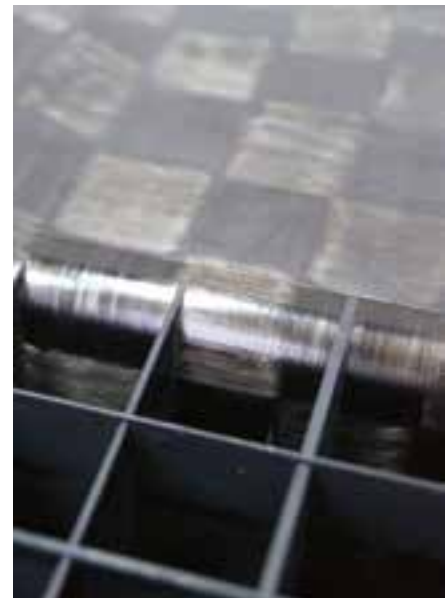
**Die Begriffe Ressourceneffizienz, CO<sub>2</sub>-Fußabdruck oder ökologische Nachhaltigkeit sind nicht nur als Schlagworte und Aufmacher voll im Trend. Als Treiber hin zu energie- und kosteneffizienten Produkten sorgen sie derzeit ganz real für den zunehmenden Einsatz von Carbonfaserverbundbauteilen. Insbesondere neue mobile Anwendungen und Industrieprodukte nutzen verstärkt die Leichtbaupotenziale des Hochleistungswerkstoffes CFK. Neben den ökologischen Randbedingungen kommt bei steigenden Produktionszahlen ökonomischen Bauweisen und ökonomischen Verarbeitungstechnologien mehr und mehr Bedeutung zu.**

Thermoplastische Verbundwerkstoffe erfüllen im Bereich der Werkstofftechnologie die Voraussetzungen für ein großserienfähiges und kosteneffizientes Materialsystem, mit dem sich kurze Zykluszeiten bei hohen spezifischen Leistungsfähigkeiten kombinieren lassen. Folgerichtig hat die SGL Group schon frühzeitig mit der zielgerichteten Entwicklung eines umfassenden thermoplastischen Materialportfolios begonnen. Schlüssel zu einer besonders effizienten Ausnutzung des Werkstoffpotenzials ist die Anbindung der Carbonfaser an die thermoplastische Matrix. Die neue thermoplastkompatible 50k-Carbonfaser der SGL Group für endlosfaserverstärkte Bauteile ermöglicht exzellente mechanische Kennwerte durch ein speziell angepasstes Schlichtesystem.

Die SGL Group nutzt ihr umfassendes Verständnis der kompletten Wertschöpfungs- und Produktionskette, um basierend auf der thermoplastkompatiblen Carbonfaser leistungsfähige UD-Tapes und Organobleche herzustellen. Die unidirektionalen Tapes stehen in mehreren Standardbreiten zur Verarbeitung mit automatisierten Legetechnologien zur Verfügung. Selbstverständlich können kundenspezifische Tapebreiten realisiert werden. Organobleche mit individuell ausgelegtem Lagenaufbau und einem leistungsfähigem Matrixwerkstoff ermöglichen die Herstellung maßgeschneiderter



Leichtbauteile. Langfaserverstärkte Spritzgussmassen runden das Materialportfolio ab und bilden die Brücke zwischen ökonomischen Volumenbauteilen und hoch belasteten Strukturen. Die SGL Group entwickelt das Materialsystem systematisch weiter, um auch zukünftige Herausforderungen an Werkstoffe, Prozesse und Produkte gemeinsam mit Partnern und Kunden zu meistern.



Thermogeformtes Gewebe-Organoblech mit hinterspritzter Rippenstruktur

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Steffen Janetzko**,  
Composite Materials,  
SGL Carbon GmbH, Meitingen,  
Telefon +49 (0) 82 71/ 83-23 01,  
E-Mail: [Steffen.Janetzko@sglgroup.com](mailto:Steffen.Janetzko@sglgroup.com),  
[www.sglgroup.com](http://www.sglgroup.com)



## CCEv auf der JEC 2015 und der Hannover Messe präsent

Mit einem der größten Stände und 14 ausstellenden Mitgliedern ist der Carbon Composites e.V. (CCEv) auch in diesem Jahr wieder auf der JEC (Joint Exhibition in Composites) in Paris vertreten. Auf dem Gemeinschaftsstand in Halle 7.2 wird neben Firmen wie Jetcam, Tissa oder MT Aerospace auch der Spitzencluster MAI Carbon mit seinen Spezialisten vor Ort sein. Auf der Hannover Messe wird es zum dritten Mal einen Gemeinschaftsstand des CCEv geben. Mittlerweile beteiligen sich hier zwölf Aussteller auf einer Fläche von fast 200 m<sup>2</sup>. Darüber hinaus sind der CCEv und das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden aktive Partner für den Bereich Leichtbau auf der Industrial Supply.

# ARIANE 6

Europa hat entschieden: die neue ARIANE 6 mit Boostergehäusen aus Augsburg wird entwickelt

**Die Ministerkonferenz der ESA-Mitgliedsstaaten hat am 2. Dezember 2014 die Weichen für die Entwicklung einer ARIANE 6 gestellt. Mit ihr will Europa im Trägermarkt langfristig wettbewerbsfähig bleiben. Aufbauend auf der äußerst erfolgreichen ARIANE 5 zeichnet sich die ARIANE 6 durch ein vereinfachtes und gut industrialisierbares Design aus.**

Die heutigen metallischen Feststoffmotorgehäuse (Booster) werden kleiner, monolithisch und aus CFK gebaut werden. Sie werden sowohl für die ARIANE 6 als auch für eine weiterentwickelte VEGA C eingesetzt. Deutschland hat 23 Prozent am gezeichneten Budget zugesagt und damit die Entwicklung einer modernen Booster-Fertigungstechnologie und eine Produktionslinie in Augsburg gesichert. Entwickelt wird das auf Infusion basierende, kostengünstige und qualitativ hochwertige Verfahren von MT Aerospace in Zusammenarbeit mit dem DLR-ZLP.

Zunehmender internationaler Wettbewerb im Raumfahrt-Trägerbereich und die daraus folgenden sinkenden Preise verlangen schnelle Anpassungen an den Markt und erhebliche Kosteneinsparungen für zukünftig wettbewerbsfähige Trägerraketen. Die ehrgeizigen Kostenziele für die ARIANE 6 lassen sich durch die Anwendung innovativer Technologien mit hoch industrialisierten Prozessen und eine deutlich schlankere Industrieorganisation erreichen.

Deshalb schlägt MT Aerospace eine fortschrittliche Verbundwerkstofftechnologie für die Fertigung der Boostergehäuse vor: trockenes Wickeln und Ablegen der Fasern mit anschließender Infusion des Harzes. Im Vergleich zu traditioneller Prepreg-Wicklung, wie sie bei der Produktion der VEGA-Rakete zum Einsatz kommt, sind damit deutlich niedrigere Kosten in der Serienfertigung zu erwarten. Für die geplante Produktionsrate ergeben sich zugleich auch niedrigere Investitionskosten in Maschinen und Fertigungseinrichtungen. Damit sind MT Aerospace und das DLR-ZLP auf bestem Weg, die weltweit effizienteste Industrieproduktion für zukünftige Booster zu entwickeln.

In einer vergleichenden Prozessanalyse im Rahmen eines Technologieprogramms wurden bereits seit 2013 etablierte und innovative Fertigungstechnologien nach technischen und kommerziellen Kriterien verglichen. Letztendlich wurde ein automatisierter Prozess ausgewählt, der das größte Potenzial für Kosteneinsparungen und Pro-



Boostergehäuse, Länge 12 m, Ø 3,3 m

Geplantes Design der ARIANE 6, Version 64 mit 4 Feststoffboostern

Detail Boostergehäuse mit integriertem metallischen Zünderflansch und Schürzenanschluss



zessstabilität aufweist, zugleich aber auch ein leistungsfähiges Design garantiert. Der ausgewählte Prozess kombiniert trockene Faserwicklung und anschließende Infusion des Harzes. Dieser automatisierte Prozess, der ohne Autoklav auskommt, ermöglicht die Harzinfusion von Segmenten in einem einzigen Infusionsschritt. Zusätzlich wird so eine hervorragende Verbindung der tragenden CFK-Schale mit dem inneren Thermalschutz erreicht. Der Prozess hat mehrere Vorteile:

- niedrige Materialkosten für leistungsfähige Fasern
- wenige Produktionsschritte
- geringe Prozessdauer
- hohe Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit
- begrenzte Investitionskosten durch Verzicht auf einen Autoklav
- Gewährleistung hoher Gesundheits- und Sicherheitsstandards

Der Infusionsprozess wurde an maßstabsgereuten Modellen mit vergleichbarer Faserwicklung ebenso auf Thermalschutz mit bis zu 50 mm Wandstärke erprobt, wie auf die Verzweigung zu den Anschlusschürzen. Ein Testbauteil im Originalmaßstab wird in der automatisierten Fertigungseinrichtung des DLR-ZLP in Augsburg noch 2015 hergestellt werden. Das DLR-ZLP ist ein einzigartiger eu-





Entwicklungstestkörper mit trocken abgelegtem Fasergelege, vor der Infusion



Infusion bis 50 mm Wanddicke auf EPDM-Liner



Infusion von Druckbehälter und Schürzenanschluss

ropäischer Forschungs- und Entwicklungsstandort zur Erprobung industrieller Produktionskonzepte mit kooperierenden Robotern. Es stellt eine perfekt auf die Serienproduktion abgestimmte Entwicklungsumgebung bereit. Fortschrittliche zerstörungsfreie Prüfmethoden zur Anwendung nach der Infusion werden erprobt, um sowohl fehlerfreie Gehäuse und EPDM-Liner, als auch deren Verbindung zu garantieren.

Seit 2013 entwickeln MT Aerospace und das DLR-ZPL ein maßstabsgetreues Boostergehäuse aus CFK. Ziel dieses Programms ist es, die technologische Reife für diese automatisierte Verbundwerkstoff-Technologie zu demonstrieren – pünktlich zum Beginn der Entwicklung der ARIANE 6. Das gewählte Demonstrator-Design mit 3,5 m Durchmesser und 6 m Länge ist vollständig vergleichbar mit den zukünftigen Boostern der ARIANE 6. Der Demonstrator besitzt einen EPDM-Liner, der mit dem internen

Thermalschutz vergleichbar ist. Ein schrittweises Entwicklungs- und Testprogramm begann 2013 im kleinen Maßstab und wurde 2014 mit im Maßstab 1:4 gefertigten Demonstratoren fortgesetzt. Im Jahr 2015 werden Testmodelle in Originalgröße gefertigt und zu einem späteren Zeitpunkt mechanischen Versuchen bis hin zum Berstdruck unterzogen.

MT Aerospace und das DLR-ZPL arbeiten zusammen, um verbesserte Design- und Fertigungstechnologien für Booster aus Verbundwerkstoffen zu entwickeln. Das leistet einen wichtigen Beitrag zu den Entwicklungszielen der künftigen ARIANE 6. Sowohl die ESA als auch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie unterstützen dieses Entwicklungsprogramm. Mit der Boosterfabrik in Augsburg wird die herausragende Rolle der Region für CFK-Technologien weiter ausgebaut.



5-Roboter-Entwicklungszelle im DLR-ZPL (bei der Eröffnung 2014)

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Ulrich Clormann,**  
Leiter ARIANE 6 Programm,  
MT Aerospace AG, Augsburg,  
Telefon +49 (0) 8 21/ 5 05 14 17,  
E-Mail: ulrich.clormann@mt-aerospace.de,  
www.mt-aerospace.de

## DIE ARRK-FAMILIE RÜCKT NÄHER ZUSAMMEN

### P+Z Engineering integriert Logo des Mutterkonzerns

**Nach zehnjähriger Zugehörigkeit zur ARRK-Gruppe integriert die P+Z Engineering GmbH den Namen des Mutterkonzerns in ihr Logo. Durch die Zusammenarbeit der ARRK-Unternehmen erweitert die P+Z Engineering GmbH ihr Leistungsspektrum neben der Produktentwicklung um die Themen Prototyping, Tooling und Kleinserienproduktion, nicht nur in Composite Themen. In diesem weltweit agierenden Unternehmensverbund ist ARRK|P+Z Engineering eine feste und führende Größe im Bereich der Produktentwicklung.**



ARRK|P+Z Engineering ist ein führender Anbieter für Entwicklungsdienstleistungen. Seit fast 50 Jahren unterstützt das Unternehmen Kunden aus der Automobil-, der Luft- und Raumfahrtindustrie sowie dem Sonder- und Nutzfahrzeugbau und dem Maschinen- und Anlagenbau bei der Entwicklung ihrer Produkte. Durch Innovation, Zuverlässigkeit und Nachhaltigkeit garantieren die fünf Kompetenzfelder Konstruktion, Technische Berech-

nung & Simulation, Erprobung & Versuch, Elektrik & Elektronik sowie Projekt- & Qualitätsmanagement einen reibungslosen Ablauf der Produktentwicklung.

ARRK|P+Z Engineering stellt gemeinsam mit dem internationalen Werkzeughersteller ARRK|Shapers' und dem britischen Serienfertiger ARRK Europe dieses Jahr erstmalig auf der JEC Europe Composites Show in Paris aus (Halle 7.2, Stand H68 am

10.-12. März 2015) und präsentiert damit das gesamte ARRK-Leistungsspektrum im Themengebiet der faserverstärkten Werkstoffe.

Weitere Informationen:

**Monika Kreutzmann,**  
ARRK|P+Z Engineering, München,  
Telefon +49 (0) 89/ 31 85 72 86,  
E-mail: m.kreutzmann@puz.de,  
www.puz.de

## Automatisierte Qualitätssicherung von Kleboberflächen

**Automation W+R GmbH hat zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen ein neues Verfahren zur Inspektion von Klebeflächen zur industriellen Anwendungsreife gebracht. Das als „BoNDTinspect“ bezeichnete Verfahren wird von Automation W+R auf der JEC 2015 in Paris präsentiert (Stand P7.2 K5).**

Insbesondere im Leichtbausektor werden immer mehr carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) eingesetzt. Die benötigten CFK-Bauteile werden in metallischen Formen hergestellt, welche zur leichteren Entformbarkeit in der Regel mit Trennmittel beschichtet werden. Bevor diese Bauteile durch Kleben oder Lackieren weiterverarbeitet werden, muss man diese aufwändig reinigen, um Rückstände von Trennmittel oder sonstigen Verunreinigungen zu entfernen. Solche Kontaminationen können die Langzeitstabilität und Zuverlässigkeit von Klebverbindungen stark beeinträchtigen.

Um die Festigkeit einer Klebverbindung noch zu vergrößern, werden die Klebeflächen nach der Reinigung oft noch zusätzlich vorbehandelt (z.B. durch Plasmaaktivierung). Wie kann man nun die Qualität einer Reinigung und/oder Aktivierung der Klebeflächen sicher automatisiert überprüfen? Hierzu setzt Automation W+R auf den sogenannten Aerosol-Benetzungstest. Bei diesem vom IFAM patentierten Verfahren wird die Benetzbarkeit von Oberflächen durch das Aufbringen eines Tröpfchen bildenden Aerosols bestimmt.

Das System wurde für den automatisierten, industriellen Einsatz entwickelt. Damit existiert nun ein zuverlässiges Verfahren für die schnelle Oberflächenprüfung



Roboter geführter BoNDTinspect-Prüfkopf

von Großbauteilen während des Produktionsprozesses. Ein Ultraschallzerstäuber erzeugt dabei ein definiertes Wasseraerosol, das charakteristische Tropfenmuster auf der zu prüfenden Oberfläche generiert. Diese Muster werden über ein Kamerasystem in kürzester Zeit erfasst und über einen Algorithmus ausgewertet. Anhand der Verteilung der Tropfengröße kann eine Aussage über die Benetzungsfähigkeit von Oberflächen getroffen werden. Indem man Sollwerte definiert, können Reinigungs- und Aktivierungseffekte einer Oberflächenvorbehandlung automatisiert kontrolliert werden. Der große Vorteil liegt in der Überprüfung von großen Flächen, wie sie bereits in der Flugzeug- oder Windkraftanlagenindus-



Detektion von Fingerabdrücken auf CFK-Oberflächen mittels Aerosol-Benetzungsprüfung

trie, aber auch zunehmend im Automotivebereich auftreten können. Das Wasseraerosol trocknet in kürzester Zeit rückstandsfrei ab und erlaubt somit eine zügige Weiterverarbeitung der Bauteile.

Weitere Informationen:

**Dr. Florian Stark,**  
Leiter Composite Materials,  
Automation W+R GmbH, München,  
Telefon +49 (0) 89/17 91 99-10,  
E-Mail: f.stark@automationwr.de,  
www.automationwr.de

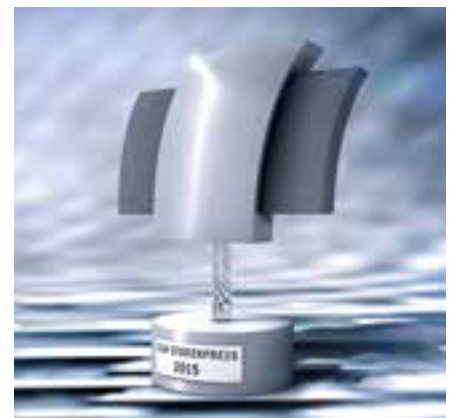
## Zum zweiten Mal: CCEV-Studienpreis wird ausgelobt

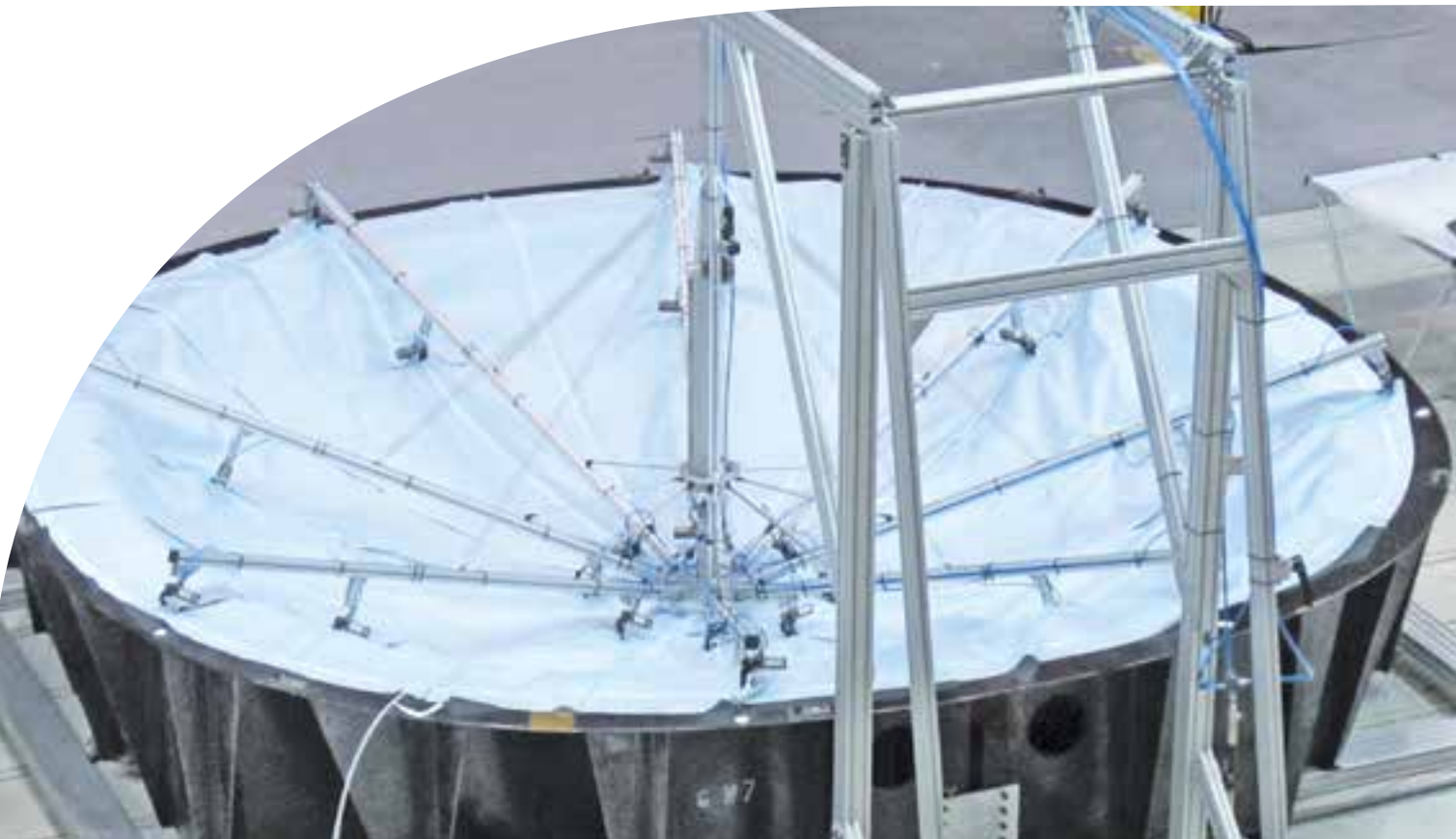
Mit der Vergabe von zwei Studienpreisen möchte der Carbon Composites e.V. (CCEV) innovative Studienabschlussarbeiten wie zum Beispiel Bachelor-, Master- oder Diplomarbeiten im Themenfeld der Faserverbundwerkstoffe würdigen. Die eingereichten Arbeiten müssen sich mit Faserverbundwerkstoffen oder mit entsprechenden Technologien beschäftigen. Die Sieger erhalten jeweils 1.000 Euro und dürfen ihre Arbeiten auf der Fachtagung Carbon Composites im Herbst 2015 präsentieren.

Weitere Informationen:

**Katharina Lechler,** CCEV,

Telefon +49 (0) 8 21/26 84 11 05, E-Mail: katharina.lechler@carbon-composites.eu

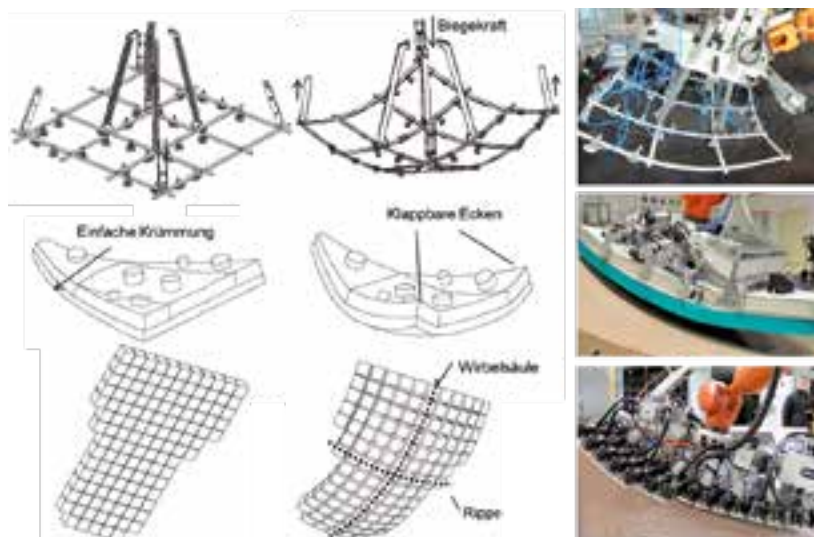




## ROBUSTER PRODUKTIONSPROZESS IM INDUSTRIEMASSSTAB

Projekt AZIMUT – Automatisierungslösungen für große Faserverbundbauteile in der Luftfahrt

Die Herstellung großer Faserverbundbauteile in der Luftfahrt umfasst noch immer viele manuelle Prozessschritte, die zu reduzierter Reproduzierbarkeit, hohem Prüfaufwand, notwendiger Nacharbeit bis hin zur verzögerten Bauteilzulieferung führen können. Im Projekt AZIMUT hat das Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie (ZLP) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Augsburg zusammen mit Industriepartnern Automatisierungslösungen für große doppelt gekrümmte Faserverbundbauteile erarbeitet. Die Ergebnisse adressieren fünf Aufgabenbereiche: die Greifsysteme, die dazu gehörige Offline-Programmierung, die Integration einer Inline-Qualitätssicherung mit automatischer Datenauswertung, das Datenmanagement und abschließend einen mechanisierten Vakuumaufbau.



Folgen verschiedenen Greif- und Drapierprinzipien: Netzgreifer, Schaumstoffgreifer, modularer Greifer

Als Anwendungsfall dient eine Druckkalotte mit rund 4 m Durchmesser und einer doppelt gekrümmten Geometrie mit kontinuierlicher Veränderung der Krümmungsradien. Der Preformaufbau enthält 25 textile Zuschnitte mit stark variierender Größe und Geometrie. Ein Greifsystem muss vier Prozessschritte durchführen: Greifen der Zuschnitte, Transport, Drapierung und positionsgenaue Ablage auf der 3D-Werkzeugoberfläche. Drei unterschiedliche Greif- und Drapierprinzipien wurden im Projekt entwickelt und umgesetzt. Den Netzgreifer kennzeichnet ein Gitter aus Biegestäben in 0°/90° Orientierung mit Gelenken an den Kreuzungspunkten. Zur Umformung dieses 2D-Gitters in eine doppelt gekrümmte 3D-Geometrie wird an den mittigen Kreuzungspunkten eine Biegekräft



aufgebracht. Der Schaumstoffgreifer besteht aus einer steifen Trägerstruktur. Die finale Drapierung wird erreicht durch Eindrücken der Greiferoberfläche aus offenporigem Schaumstoff. Der modulare Greifer bildet die Zieloberfläche durch 127 einzelne Greifmodule nach, die zueinander eingestellt werden. Die drei Lösungsansätze wurden zusammen mit Fraunhofer IWU-RMV und J. Schmalz GmbH weiterentwickelt bis zur erfolgreichen Validierung der Hardware.

Die teils komplexen Bahnbewegungen und Greifereinstellungen müssen für jeden einzelnen Zuschnitt programmiert werden. Die große Anzahl von Zuschnitten, möglichen Greifereinstellungen und Greiferbewegungen würde einen enormen manuellen Aufwand bedeuten. Zusammen mit dem Institut für Software & Systems Engineering (ISSE) der Universität Augsburg wurde eine Softwarelösung erarbeitet, die Zwischenschritte zwischen der Aufnahme (2D) und Ablageposition (3D) errechnet. Daraus resultieren die Bahnplanung und Aktuatorbefehle des Greifsystems, die dann in die benötigte Robotersprache übersetzt werden.

Die produktionsintegrierte Qualitätssicherung liefert den Nachweis, dass die geforderten Toleranzen eingehalten werden. Die automatisierte Inline-Auswertung der gewonnenen Messdaten ermöglicht ein zeitnahes Eingreifen bei detektierten Fehlern. Die zwei wichtigsten Parameter für die Qualität einer Preform aus Kohlenstofffasertextilien sind die Faserwinkel und die Positionen der Zuschnittsrandkurven. Zur Messung der 3D-Randkurven der Zuschnitte wird ein Laserlichtschnittverfahren eingesetzt. Bei der Faserwinkelmessung werden die Faserwinkel und deren Abweichung errechnet. Beide Systeme wurden am DLR in ein Robotersystem integriert, wodurch für jede Messung automatisch die Absolutposition und Orientierung angegeben wird.

Falls nach der Bauteilherstellung Auffälligkeiten festgestellt werden, bieten die gesammelten Daten aus den produktionsintegrierten Messungen die Basis zur Bewertung. Zusammen mit Kisters AG und Premium AEROTEC GmbH wurde das Datenmanagementsystem PRAESTO weiterentwickelt. Eine entscheidende neue Funktion ist die Visualisierung der Ergebnisse aller Datenquellen in einer virtuellen 3D-CAD-Umgebung. Dadurch können alle verfügbaren Messdaten in Kombination bewertet werden. Mögliche gegenseitige

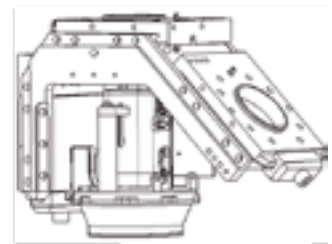
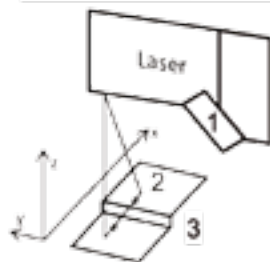
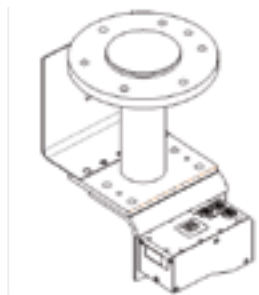
Abhängigkeiten werden so leichter sichtbar. Der Vakuumaufbau wird in einem zeitintensiven Prozess aus vielen Hilfsstoffen und Kleinteilen erstellt, wovon im ersten Schritt die VAP®-Membran als einzelne Lage für eine Teilautomatisierung ausgewählt wurde. Der Ansatz umfasst die Entwicklung einer vorkonfektionierten VAP®-Membran und einer mechanischen Positionierhilfe. Die konfektionierte VAP®-Membran wird von den Projektpartnern Trans-Textil GmbH, Composyst GmbH, Hujber Spezialkonfektion, dem ITM der TU Dresden und S+S entwickelt. Die Positionierhilfe unterstützt dann die reproduzierbare Ablage der VAP®-Membran durch Halten, Transportieren, Vorpositionieren und Öffnen. Die Kinematik wurde ähnlich eines Sonnenschirms gestaltet, getragen von einem mobilen Trägersystem. Die Vorrichtung hebt den Schirm über den Formenrand und öffnet ihn pneumatisch. Auf Anforderung geben die Greifelemente zeitgleich die VAP®-Membran frei.

Im Projekt AZIMUT wurden fünf entscheidende Beiträge für die Automatisierung der Produktion von großen Faserverbundbauteilen entwickelt. Die Automatisie-

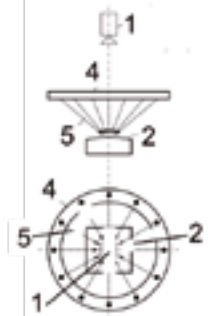
runslösungen wurden am DLR Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie durch die Herstellung eines Fertigungsdemonstrators in Originalgröße validiert. Somit konnte im Industriemaßstab gezeigt werden, wie die entwickelten Lösungen zu einem reproduzierbaren robusten Produktionsprozess beitragen können.

Weitere Informationen:

**Dr. Tobias Gerngross,**  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie, Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie, Telefon +49 (0) 821/319874-1040, E-Mail: tobias.gerngross@dlr.de, www.dlr.de/Augsburg



- 1) Kamera
- 2) Oberfläche
- 3) Randkurve
- 4) Ringlicht
- 5) Lichtstrahlen



Produktionsintegrierte Qualitätssicherung: Laserlichtschnittverfahren, Faserwinkelmessung





## AKTIVE BÖENANREGUNG

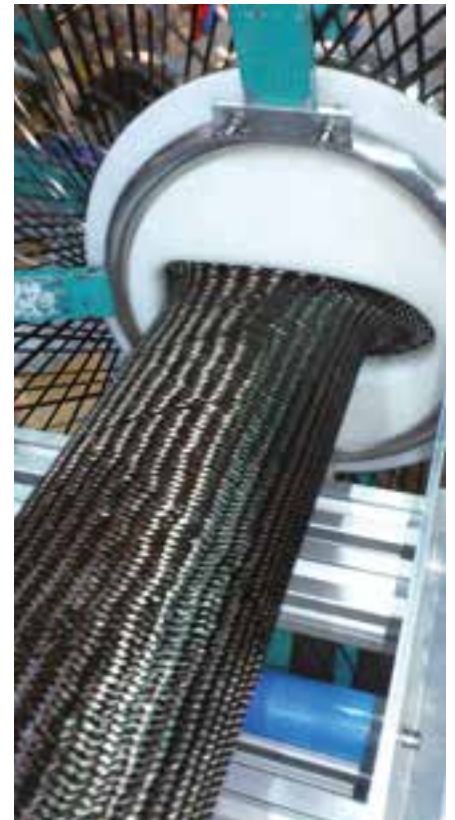
IFB Stuttgart rüstet Fahrzeug-Windkanal mit Böenklappen aus CFK aus

**Um die typischen Strömungsbedingungen eines Fahrzeuges auf der Straße in einem Windkanal möglichst originalgetreu abzubilden, wurde der Fahrzeugwindkanal im Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS) an der Uni Stuttgart mit einer weltweit einzigartigen Anlage zur aktiven Böenanimation ausgestattet (FKFS SWING®). Diese Anlage kann die während der Fahrt typischerweise auftretenden Effekte wie Seitenböen, lokale Turbulenzen, plötzliche Windlastwechsel usw. abbilden.**

Das FKFS SWING® Array besteht aus acht parallelen Flügelprofilen, die in der Düse des Windkanals vor dem zu messenden Objekt angebracht sind. Jeder dieser Flügel ist über einen Aktor ansteuerbar und kann mit Frequenzen bis zu 10 Hz bzw. bei einer Amplitude von bis zu 10° betrieben werden. Diese Anforderungen erfordern ein hochsteifes Bauteil, um die dynamischen Verformungen im Betrieb möglichst klein zu halten, denn diese würden eine Abweichung zwischen dem Sollzustand und dem Istwert der Strömung verursachen. Außerdem muss eine dynamische Dauerfestigkeit gegeben sein. Diese Eckdaten führten zu einer konsequenten Anwendung der modernsten Leichtbaufertigungstechnologien und der Verwendung von hochsteifen Kohlefasern. Der Flügel besteht aus den Baugruppen Biege-Torsionskasten (D-Box), Rippen und Flügelshalen.

Die Preform der D-Box wurde im Flechtverfahren auf einem beheizbaren Metallkern mit 4 m Länge hergestellt. Der Faseraufbau enthält im Wesentlichen 45° Biax C-Fasern sowie UD Längsverstärkungen. Die

Gesamtwanddicke beträgt ca. 6 mm. Besondere Herausforderung war die Einhaltung der Außengeometrie der D-Box ohne Verwendung eines geschlossenen Werkzeugs. Das Bauteil wurde mittels VAP®-Verfahren mit einem 80°C EP Harzsystem hergestellt. Der Flansch zu Krafteinleitung wurde bereits beim Flechten mit erstellt und ist damit integraler Bestandteil ohne Fügestelle. Die CFK-Rippen haben einen U-förmigen Querschnitt und sind mit dem VARI-Verfahren produziert worden. Für die Außenschalen wurden Kunststoffwerkzeuge hergestellt, die Schalen selbst wurden per VARI-Verfahren aus Multiaxialgelegen (QI Aufbau) und 80°C EP Harzsystem hergestellt. Dabei wurde die Form auf ca. 50°C temperiert. Nach der Vakuuminfusion wurde bei 80°C das Bauteil ausgehärtet. Der Zusammenbau der Teile erfolgte ebenfalls in den Werkzeugen der Flügelshalen. Die Bauteile wurden mit einem speziellen 2k-Klebstoff gefügt, der nach dem Aushärten über eine Restelastizität verfügt. Auf diese Weise kann die dynamische Dauerfestigkeit erreicht werden.



Umflechten der D-Box mit C-Fasern

Die untere Lagerung wird mit einer Sinterbronzebuchse realisiert. Das Endbauteil hat eine Länge von 3,84 m bei einer Flügeltiefe von 400 mm. Die Masse beträgt ca. 30 kg. Statische Biegeversuche ergaben eine sehr gute Übereinstimmung mit der FE-Simulation (Abweichung < 5 Prozent). Der Prototyp hat in einem dynamischen Dauerversuch unter Nennlast eine Zyklenzahl von 1.200.000 LW ohne Beanstandungen nachgewiesen. Insgesamt wurden neun Serienflügel und zwei Prototypen vom Institut für Flugzeugbau (IFB) hergestellt.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Marko Szesny,**  
**Dipl.-Ing. Klaus Heudorfer,**  
 Universität Stuttgart, Institut für  
 Flugzeugbau/Faserverbundtechnologie,  
 Telefon +49 (0) 7 11/ 6 85-6 03 88,  
 oder +49 (0) 7 11/ 6 85-6 95 73,  
 E-Mail: szesny@ifb.uni-stuttgart.de,  
 heudorfer@ifb.uni-stuttgart.de,  
 www.ifb.uni-stuttgart.de



Innerer Aufbau des Flügels



Verkleben der Oberschale

## KONGRESS „COMPOSITE RECYCLING“ IN STUTT GART

Am 25. März 2015 veranstaltet die Allianz Faserbasierte Werkstoffe Baden-Württemberg (AFBW) zusammen mit der Regionalabteilung CC BW im Carbon Composites e.V. und dem Institut für Textil- und Verfahrenstechnik ITV Denkendorf einen Kongress zum Thema „Composite Recycling“.

Dieser ist in folgende Themenschwerpunkten gegliedert:

- Methodik
- Anwendungen
- Ökobilanzierung und Wirtschaftlichkeit
- Visionen und Design to Recycle

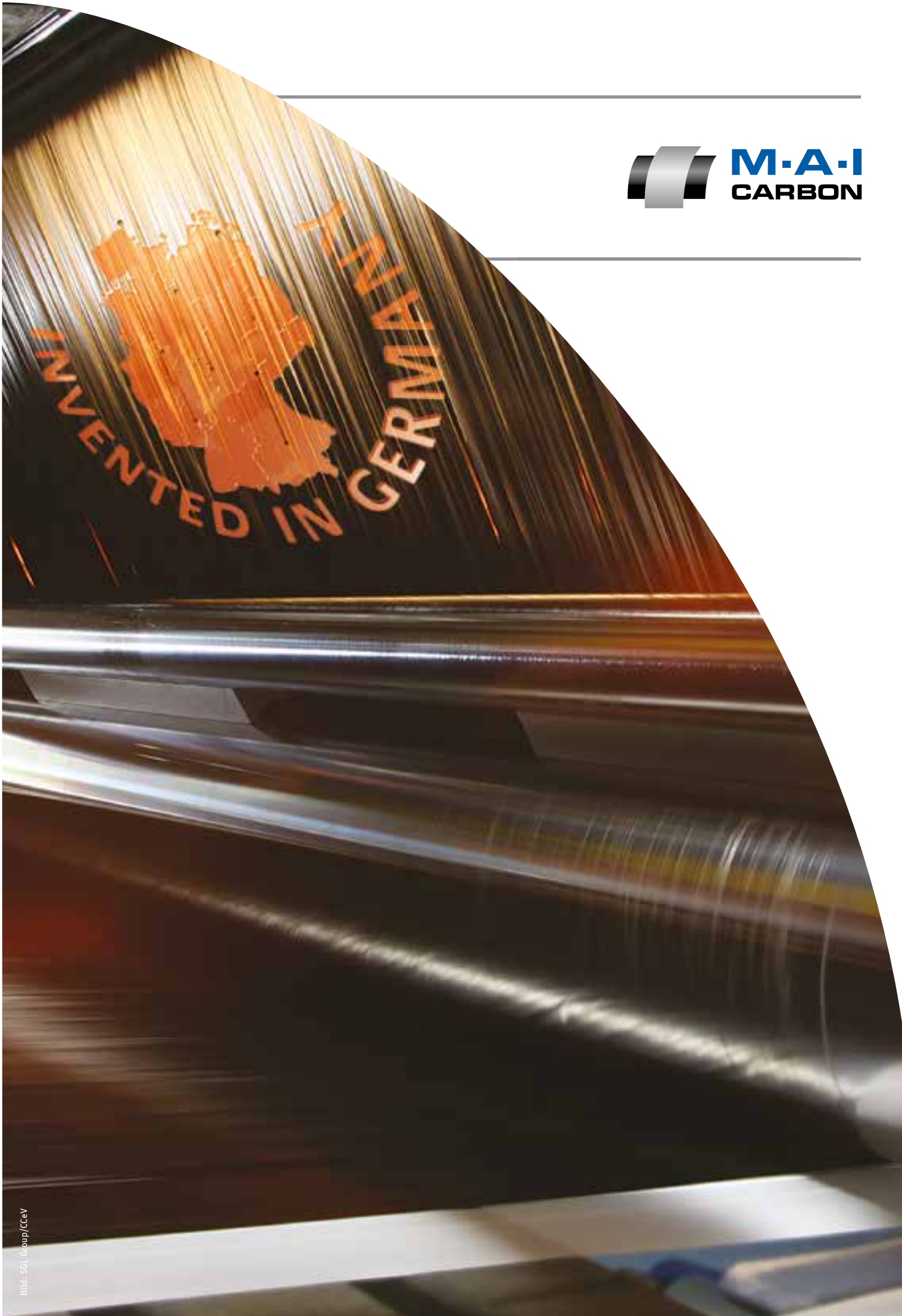
Die Veranstaltung findet im Haus der Wirtschaft in Stuttgart von 9:30 bis 18:00 Uhr statt. In zahlreichen Branchen sind Compositewerkstoffe und -technologien wesentlicher Treiber für Innovationen. Energie- und Ressourceneffizienz sind hier die bestimmenden Faktoren für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Nachhaltige und kostensparende Recyclingkonzepte müssen entwickelt und vorangetrieben werden, um eine



Weiter- und Wiederverwendung von Composite-Werkstoffen garantieren zu können. Namhafte Referenten stellen ihre Lösungen für das fachgerechte Recycling von Composite Materialien vor und nehmen dabei die in der Branche viel diskutierten Themen Ökobilanzierung, Cradle-to-Cradle, Kosten und Nachhaltigkeit in den Blick. Zusätzlich rundet parallel zur Veranstaltung eine beglei-

tende Foyerausstellung das Fachprogramm ab und bietet die Möglichkeit zur ergänzenden Information im Gespräch mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus dem Bereich Composite Recycling.

Weitere Informationen:  
[www.afbw.eu](http://www.afbw.eu)



# WENN CARBON VERBINDET

## Virtuelle Vernetzung auf der Plattform von MAI Carbon

Im Rahmen des Projekts MAI 2.0 wird die Online-Plattform Carbon Connected entwickelt, auf der bereits etwa 90 Partner des Spitzenclusters MAI Carbon in Projekten zusammenarbeiten. Darüber hinaus kommen dort Interessierte und Experten zum Thema „Faserverbundwerkstoffe“ zusammen, um in geschützten Räumen mit ausgewählten Kooperationspartnern Informationen auszutauschen.



Je besser die Akteure im Bereich des Faserverbunds miteinander vernetzt sind, desto mehr Optionen für Kooperationen, Wissenstransfer, Geschäftsbeziehungen und neue Ideen entstehen. Das Internet der zweiten Generation erhält somit Einzug in die Forschungs- und Geschäftswelt: Carbon Connected verbindet Menschen und Institutionen zu einem starken Ökosystem – regional, national und international.

Auf der Plattform werden Web 2.0-Funktionen in Form von Apps zur Verfügung gestellt, die die Nutzer bei der Zusammenarbeit und Kommunikation unterstützen. Die Dokumenten-App bietet eine Dateiverwal-

tung mit Zugriffsrechten, Check-in und Historie. Die Pages-App auf Carbon Connected funktioniert als Blog, auf dem neben Texten auch multimediale Inhalte oder Dateien aus der Dokumenten-App eingebunden werden können. Daneben stehen unter anderem Diskussionsforen und eine Kalender-App zur Verfügung, die der Nutzer in selbst verwalteten Gruppen installieren und konfigurieren kann. Bei der Kommunikation im virtuellen Raum unterstützt das dezentrale Rechte- und Rollenkonzept. So können für jede App individuelle Lese-, Schreib- und Verwaltungsrechte erteilt werden. Die Plattform Carbon Connected wurde auf der

Fachtagung Carbon Composites im vergangenen Herbst erfolgreich gestartet und lädt alle Mitglieder der Composites-Community dazu ein, ihre Möglichkeiten zu entdecken: [www.carbon-connected.de](http://www.carbon-connected.de)

Weitere Informationen:

**Andrea M. Stich,**

Projektleitung MAI 2.0/Carbon Connected, MAI Carbon Cluster Management GmbH, Augsburg,

Telefon +49 (0) 8 21/26 84 11-19,

E-Mail: [andrea.m.stich@mai-carbon.de](mailto:andrea.m.stich@mai-carbon.de),

[www.mai-carbon.de](http://www.mai-carbon.de)

## „HARTER STOFF“ GEHT IN DIE VERLÄNGERUNG

### Carbon-Sonderausstellung im Deutschen Museum München noch bis Juli 2015 geöffnet

Die Sonderausstellung „Harter Stoff: Carbon – das Material der Zukunft“ im Deutschen Museum in München, initiiert und organisiert vom Spitzencluster MAI Carbon, geht in die Verlängerung: Bis zum 12. Juli 2015 ist sie noch in München zu sehen.



Der neue „König Artus“ Marco Göbel (3.v.l.) schaffte es, das Carbon-Schwert in der Sonderausstellung „Harter Stoff“ aus seinem Plexiglas-Felsen zu ziehen.

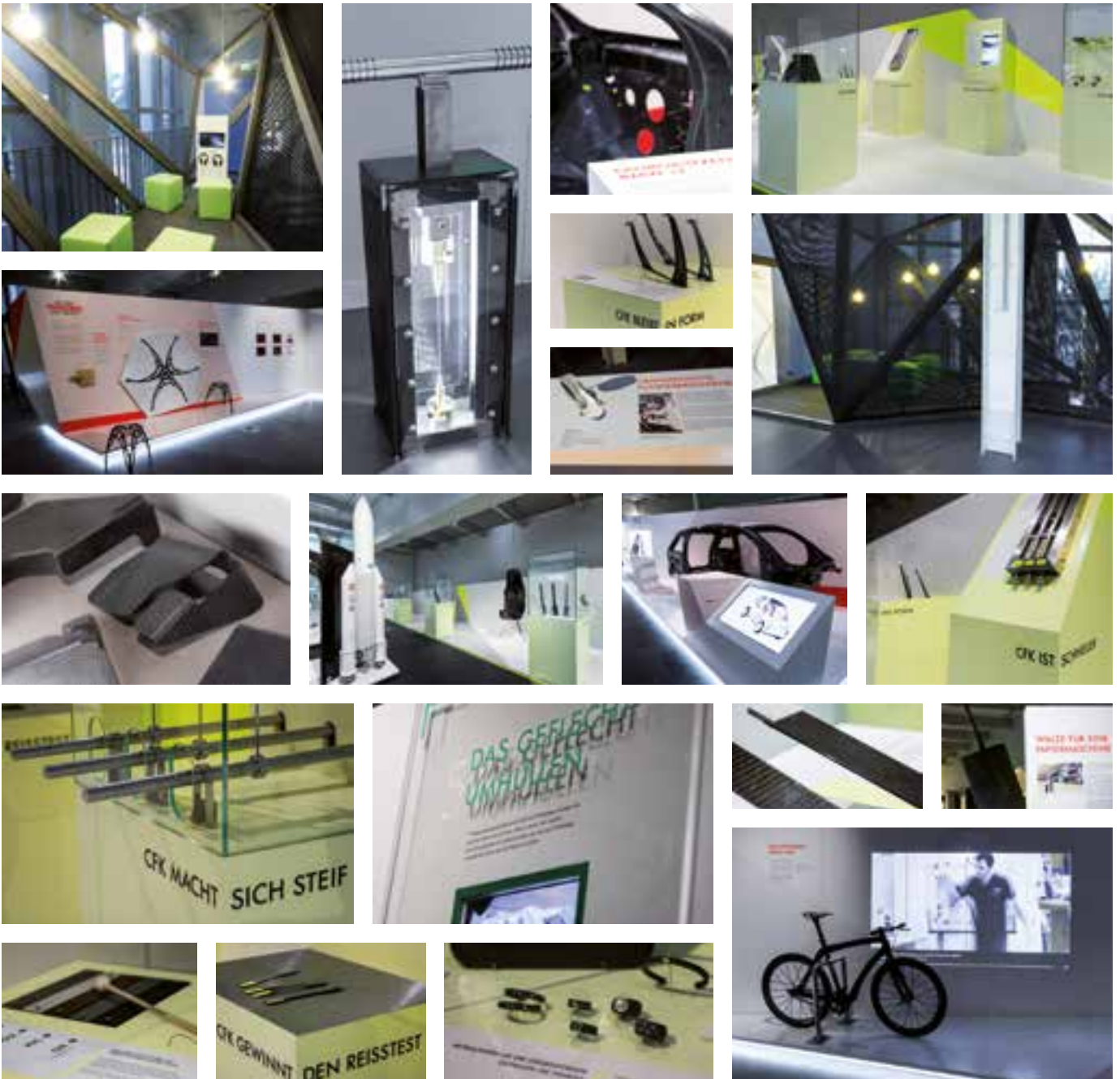
Vor Weihnachten wurde an der Mitmachstation, bei der ein CFK-Stab auseinandergerissen werden soll, der moderne König Artus gekrönt – ein junger Mann schaffte es, den CFK-Stab aus der Metallhalterung zu ziehen. Allerdings gab nicht der Werkstoff, sondern die Klebeverbindung nach. Die Geschichte von König Artus, der als einziger ein Schwert aus dem Felsen ziehen konnte, inspirierte die Macher der Sonderausstellung „Harter Stoff“ zu einer Neuinterpretation: An der König-Artus-Station können Besucher durch Ziehen versuchen, einen CFK-Stab auseinander zu reißen. Und tatsächlich gelang es Marco Göbel, 24, von der Technikerschule München, das „Schwert“ aus seinem Plexiglasfelsen zu befreien. Die Initiatoren der Sonderausstel-

lung vom Spitzencluster MAI Carbon haben dem jungen Mann aus Türkenfeld bei München nun den Preis in Höhe von 1.000 Euro überreicht – auch wenn Göbel nicht den CFK-Stab zerstört hat.

Vielmehr ist die Klebeverbindung zwischen dem Stab und seiner Metallhalterung ermüdet: Ein Fall, der auch in der Verarbeitungspraxis eintreten kann und deshalb sowohl von MAI Carbon als auch vom Carbon Composites e.V. erforscht wird. Die König-Artus-Station wird natürlich wieder in ihren ursprünglichen Zustand versetzt, so dass sich weitere Gäste der Ausstellung noch bis Mitte Juli 2015 daran versuchen können.

Weitere Informationen:

[www.deutsches-museum.de/ausstellungen/sonderausstellungen/](http://www.deutsches-museum.de/ausstellungen/sonderausstellungen/)







ICM unterstützt mit PRELUM die Umsetzung innovativer Ideen im Anlagenbau

**Das Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V. (ICM) unterstützt seit 1992 KMU in der Umsetzung ihrer innovativen Ideen. Im Institut werden Ideen für zukunftsorientierte Prozesse und Produkte entwickelt und in der Industrieforschung bearbeitet. Unter dem Motto „Vernetzte Forschung und Entwicklung“ stellt sich das ICM anwendungsorientierten Fragestellungen aus den Bereichen der Produkt- und Prozessentwicklung. Die Kompetenzen aus Unternehmen werden anschließend in strategisch ausgerichteten Verbänden zusammengeführt. Aus diesen Netzwerken werden Forschungs- und Entwicklungsleistungen initiiert, gemeinsam umgesetzt und erprobt und der Technologietransfer innovativer Ideen für Produkte und Leistungen durchgeführt.**



Das jüngste Netzwerk des ICM, PRELUM, zielt auf Entwicklung und Erprobung eines Anlagenkonzepts, das verschiedene Umformverfahren mit unterschiedlichen Bauteilabmessungen und hoher Wandlungsfähigkeit in Bezug auf Standort und Organisation ermöglicht. Dazu wurden Partner aus allen notwendigen Bereichen angesprochen und für eine aktive Mitarbeit gewonnen. Die Abteilung CC Ost im Carbon Composites e.V. übernimmt als international anerkanntes Kompetenzzentrum für CFK-Technologie als assoziierter Netzwerkpartner die Expertise im Bereich Carbonfaser- und Faserverbundtechnologie.

Im Fokus des Netzwerkes stehen Bemühungen um die Entwicklung einer innovativen Zuhaltevorrichtung für Leichtbaupressen. Sie ist gekennzeichnet durch eine kompakte, hochflexible und doch einfache Bauweise und kann je nach Fertigungsverfahren mit zusätzlichen Modulen versehen werden. Der innovative Ansatz, Verbundwerkstoffe (CFK) als die eigentlichen „Zuganker“ innerhalb des gesamten Pressensystems zu verwenden, ermöglicht neue Dimensionen im Bereich der Aufbringung großer Kräfte bei einem geringen Anlagengewicht.

Im Rahmen der Technologischen Roadmap des Netzwerkes steht die Entwicklung eines Kraftrahmens (Power Frame) zur Aufnahme prozessbedingter Zuhaltekräfte im Mittelpunkt. Auf Basis des Konzepts der Leichtbaupresse der Firma IWC Engineering GmbH soll ein neues Maschinenkonzept entwickelt werden. Bei diesem Ansatz werden die Zugbügel aus Carbon nicht mehr geschwenkt, sondern seitlich verfahren. Um einen größeren Bauraum abzubilden, sind Zugbügel mit größeren Spannweiten nötig. Hierbei ist zu klären, welche geometrischen Formen bei den Zugbügeln abgebildet werden können, um eine optimale Kraftverteilung zu erzielen. Ein hohes technisches Risiko



*Bewegungsablauf der Carbonbügel*

ist im Bereich der Zugbügelentwicklung zu sehen. Durch die Aufnahme der hohen Prozesskräfte wird der Werkstoff Carbon sehr stark belastet. Eine vorherige FEM-Simulation ist nur bedingt möglich, sodass es notwendig sein wird, eine Testumgebung zu schaffen, um derartige Neuentwicklungen zu prüfen. Einen kritischen Punkt bilden dabei auch die Nahtstellen zwischen Zugbügel und den aus Aluminium oder Stahl bestehenden Verbindungselementen.

Ein weiteres Forschungsprojekt im Netzwerk soll sich mit der Entwicklung von adaptierbaren Modulen zur Abbildung verschiedener Fertigungsverfahren beschäftigen. Ziel des Forschungsansatzes ist die Entwicklung von Modulen, die in Zusammenarbeit mit dem Kraftrahmen für das jeweilige Fertigungsverfahren eine Anlage darstellen. Betrachtet werden sollen u.a. das Spritzgießen sowie das RIM-Verfahren bzw. die Prepreg-Technologie. Als assoziierte Netzwerkpartner werden die Mitras Composites Systems GmbH im Bereich des Spritzgießens und der Verarbeitung duroplastischer Komponenten sowie die Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH als Kompetenzträger im Bereich Leichtbau in die Entwicklungsaufgaben einbezogen werden.



*Energieeffiziente Leichtbaupresse – Konzept der kompletten Trennung von Bewegung und Kraftaufbau*

Weitere Informationen:

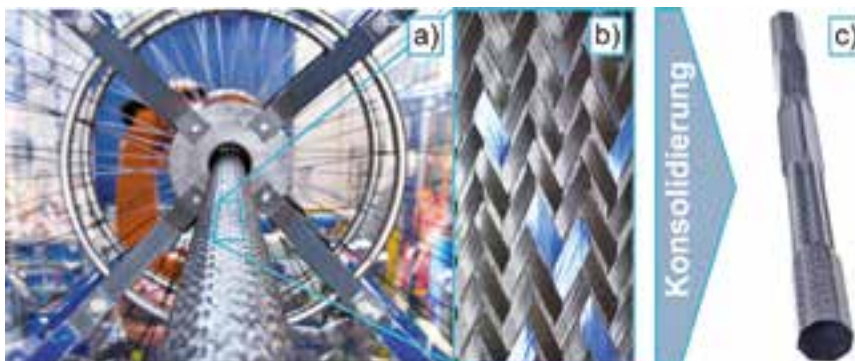
**Dr.-Ing. Sebastian Ortmann,**  
ICM – Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V.,  
Telefon +49 (0) 3 71/2 78 36-400,  
E-Mail: s.ortmann@icm-chemnitz.de,  
www.icm-chemnitz.de

# POTENZIAL FÜR FTV-PREFORMEN

## Entwicklung eines Tape-Flechtprozesses für thermoplastische Hohlstrukturen

**Insbesondere für lasttragende und crashbeanspruchte Anwendungen im Fahrzeug- und Flugzeugbau kommen zunehmend endlosfaserverstärkte Hohlprofile aus Faser-Thermoplast-Verbund (FTV) zum Einsatz. Für solche Strukturen wurde am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden ein hocheffizienter, automatisierbarer Preform-Prozess entwickelt, bei dem vorkonsolidierte Tape-Halbzeuge im Flechtprozess verarbeitet werden.**

Die hierfür zur Verfügung stehende Anlagentechnik (Abb. a) erlaubt die gleichzeitige und automatisierte Ablage von bis zu 576 Einzeltapes in einem Flechtvorgang. Diese hohen Ablageraten machen das Tape-Flechten zu einem prädestinierten Verfahren für industrielle Serienanwendungen. Die Verwendung vorkonsolidierter Tape-Halbzeuge mit thermoplastischer Matrix schützt die empfindlichen Kohlenstofffasern während der textiltechnischen Verarbeitung vor Schädigung. Zudem wirken sich die hohe Qualität verfügbarer Tape-Halbzeuge, die gestreckte Ausrichtung der Fasern innerhalb des Tapes und die hohen Faservolumenanteile positiv auf die erreichbare Laminatqualität und die mechanischen Eigenschaften des späteren FTV-Bauteils aus. Die Architekturen flechttechnisch hergestellter Preforms werden am ILK für die jeweiligen



*Tape-Flecht-Verfahren an einer ILK-Anlage (a), triaxiales Tape-Geflecht (b), konsolidiertes Hohlprofil mit komplexem Querschnitt (c)*

anwendungsspezifischen Anforderungen maßgeschneidert. Nach der Konsolidierung der in Krümmung und Querschnitt weitgehend frei gestaltbaren Preforms stehen hoch belastbare Leichtbaustrukturen mit Großserienpotenzial zur Verfügung.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Christian Garthaus,**

Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden,

Telefon +49 (0) 3 51/ 4 63-4 23 16,

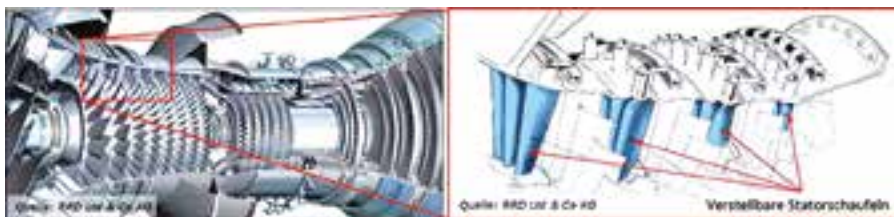
E-Mail: christian.garthaus@tu-dresden.de

# NEUER PRÜFSTAND FÜR DIE TRIEBWERKE DER ZUKUNFT

## ILK unterstützt EU-Forschungsvorhaben

**Die erklärten Ziele der EU zur Reduktion der Kohlenstoffdioxid-, Stickoxid- und Lärmemission von Flugzeugtriebwerken – minus 75 Prozent CO<sub>2</sub>, minus 90 Prozent NO<sub>x</sub>, minus 65 Prozent Lärm bis zum Jahr 2050 – erfordern die Entwicklung innovativer Technologien zur Effizienzsteigerung. Ein Ansatz für das Erreichen dieser Ziele ist die Optimierung des Triebwerkwirkungsgrades mittels Erhöhung des Verdichterdruckverhältnisses. Hierbei ist neben der deutlichen Erhöhung der Temperaturen im Verdichter ebenso eine exakte Verstellung der variablen Verdichterstatorschaufeln notwendig, da der erhöhte Wirkungsgrad bei gleichbleibender Leistung in einer Reduktion der Kerntriebwerksgröße resultiert.**

In den EU-Forschungsvorhaben LEMCOTEC und E-BREAK werden am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU-Dresden in Zusammenarbeit mit der Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG unter anderem das Reib- und Verschleißverhalten der Gleitlagerung der verstellbaren Statorschaufeln im Verdichter unter realen Triebwerksbedingungen untersucht. In einem am ILK entwickelten Hochtemperatur-Gleitlager-Prüf-



*Position der stehenden verstellbaren Verdichterschaufeln im Triebwerk*

stand werden gegenwärtig für den Einsatz polymerer, metallischer und keramischer Gleitlager Bedingungen simuliert, wie sie im Hochdruckverdichter der Zukunft herrschen werden – bis zu 20 bar Druck sowie bis 600 °C. Ziel der Forschungsarbeiten ist es, ein tieferes Verständnis des tribologischen Verhaltens sowie der Hochtemperaturlangzeitstabilität unterschiedlichster Werkstoffe für die Auslegung effizienter Triebwerke der nächsten Generation aufzubauen.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Thomas Behnisch**,  
Institut für Leichtbau und  
Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden,  
Telefon +49 (0) 3 51/4 63-4 25 03,  
E-Mail: thomas.behnisch@tu-dresden.de,  
www.tu-dresden.de/mw/ilk



*Sandro Nitschke und Thomas Behnisch arbeiten am Hochtemperatur-Gleitlager-Prüfstand*

## DIE NEUEN

### ILK-Vorstand nimmt Arbeit auf

**Seit September 2014 wird das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der Technischen Universität Dresden von einem vierköpfigen Führungsteam geleitet: Prof. Dr.-Ing. habil. Maik Gude (Professur für Leichtbaudesign und Strukturbewertung), Prof. Dr. rer. nat. Hubert Jäger (Professur für Systemleichtbau und Mischbauweisen), Prof. Dr.-Ing. Niels Modler (Professur für Funktionsintegrativen Leichtbau) sowie Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. Dr. h.c. Werner Hufenbach (Seniorprofessur).**

Durch die Übergabe des Zepters von Prof. Hufenbach, der das ILK im Jahr 1994 gegründet und seither geleitet hat, an seine drei Nachfolger erfährt das Institut eine Erweiterung des Forschungs- und Lehrspektrums. Mit Prof. Gude und Prof. Modler rücken zwei hochqualifizierte Wissenschaftler aus den Reihen des ILK nach. Beide konnten trotz vorliegender Rufe renommierter Universitäten gehalten werden. Mit Prof. Jäger, ehemaliger Leiter Konzernforschung der SGL Group, bekommt das ILK einen ausgewiesenen Leichtbau-Experten, der die Arbeit am Institut erfolgreich auf neuen Wegen fortsetzen wird. „Bei der Besetzung der Professur für Systemleichtbau und Mischbauweisen am ILK freue ich mich ganz besonders, dass Prof. Jäger, der seit Jahren dem Thema Leichtbau intensiv verbunden ist, unseren Ruf angenommen hat. Er gilt als einer der führenden Industrievertreter zum Thema Leichtbau und verfügt über enorme Erfahrungen sowohl

in Forschung und Entwicklung als auch in der Betreuung von Doktorarbeiten und in der akademischen Lehre“, so Prof. Hans Müller-Steinhagen, Rektor der TU Dresden.

Weitere Informationen:

**Tanja Kirsten**,  
Institut für Leichtbau und  
Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden,  
Telefon +49 (0) 3 51/ 4 63-3 94 71,  
E-Mail: tanja.kirsten@tu-dresden.de,  
www.tu-dresden.de/mw/ilk

*Die Professoren Maik Gude, Niels Modler und Hubert Jäger vom neuen Vorstand des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden.*



# REAKTIONSFREUDIG

Zwei neue Dosieranlagen für das Hochdruck-RTM-Verfahren am ILK in Betrieb genommen

Schnelle Prozesse auf Basis reaktiver Harzsysteme sind heute Stand der Technik. Der Durchbruch gelang vor allem durch Adaptation der aus der Polyurethanverarbeitung bekannten Hochdruckvermischung für das Resin Transfer Moulding. Mit Taktzeiten von nur noch wenigen Minuten ist diese Technik auch für den Automobilbereich attraktiv geworden. Während in den meisten Anwendungen nach wie vor etablierte Epoxidharze zum Einsatz kommen, sind seit einiger Zeit auch Polyurethansysteme verstärkt in den Fokus gerückt. So gibt es mit GFK-Blattfedern für Nutzfahrzeuge bereits erste Serienanwendungen, in der die spezifischen Eigenschaften der Polyurethane, vorrangig ihre hohe Zähigkeit, gezielt genutzt werden.



Jürgen Mauß von der Frimo Lotte GmbH (r.) und Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. Dr. h.c. Werner Hufenbach vom Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden bei der Übergabe der neuen RTM-Dosieranlagen

Zukünftig steht für das Hochdruck-RTM-Verfahren die weitere Verringerung der Prozesszeiten bei gleichzeitig moderaten Prozessbedingungen im Fokus der Entwicklung. Zudem sind Verbesserungen bei der Prozesssimulation und Prozessreproduzierbarkeit gefragt. Um die Weiterentwicklung auf diesen Gebieten aktiv voranzutreiben, wurden am ILK zwei neue Dosieranlagen für das HD-RTM-Verfahren in Betrieb genommen. Mit den Anlagen des Kooperationspartners Frimo Lotte GmbH können sowohl Epoxid- als auch Polyurethanharze in Kombination mit einer Endlosfaserverstärkung zu Hochleistungsfaserverbundbauteilen verarbeitet werden. Durch die Installation zweier Anlagen kann den jeweiligen Charakteristika der verschiedenen Harzsysteme sowie unterschiedlichen Verarbeitungseigenschaften Rechnung getragen werden. Für die Konsoli-

dierung von Faserverbundkomponenten im HD-RTM-Verfahren stehen im Prozessentwicklungszentrum des ILK ein Formenträger mit einer Aufspannfläche von 2,4 m x 1,8 m und einer Schließkraft von 2.000 kN sowie für besonders große Bauteile eine Presse mit einer Aufspannfläche von 3,6 m x 2,4 m und einer Schließkraft von 30.000 kN zur Verfügung.

Weitere Informationen:

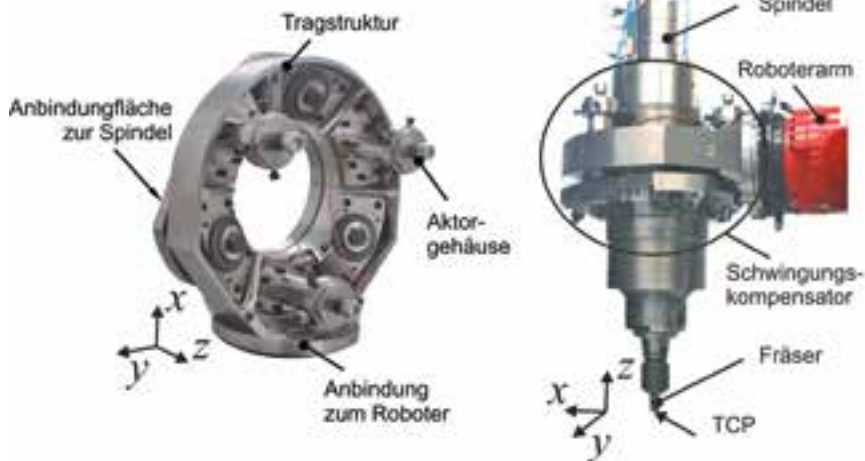
**Dipl.-Ing. Sirko Geller,**  
Institut für Leichtbau und  
Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden,  
Fachgruppenleiter Duroplastverfahren  
und Preforming,  
Telefon +49 (0) 3 51/ 4 63-4 21 97,  
E-Mail: sirko.geller@tu-dresden.de,  
www.tu-dresden.de/mw/ilk

## Bearbeitungsroboter reduziert Schwingungen für bessere Bearbeitungsqualität

**Im BMBF-Verbundvorhaben „Boss“ entwickelten Wissenschaftler des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der Technischen Universität Dresden gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Industrie ein neuartiges energieeffizientes Bearbeitungssystem mit selbstadaptierendem Systemverhalten.**

Kernstück der Neuentwicklung ist ein Industrieroboter als kosten- und energieeffiziente Alternative gegenüber klassischen Zerspanungssystemen. Allerdings reicht, aufgrund der systembedingt geringen Steifigkeit handelsüblicher Industrieroboter in Verbindung mit den nicht konstanten Schnittkräften bei der spanenden Bearbeitung von Werkstücken, die Bearbeitungsqualität nur für Schrupp- und Grobbearbeitungsvorgänge mit geringen Oberflächen und Genauigkeitsanforderungen aus. Im BMBF-Verbundvorhaben „Boss“ fanden die Forscher neue praxiserprobte Lösungen zur aktiven Einstellung des Systemverhaltens, um die Bearbeitungsqualität zu erhöhen und die Produktivität zu steigern.

Im Rahmen des Projektes konstruierten die ILK-Wissenschaftler ein autarkes Kompensatormodul, das als serielles Glied zwischen Werkzeugspindel und Roboterhand die prozessbedingten Schwingungen gezielt beeinflussen kann. Der Schwingungskompensator wird durch ein integriertes Piezo-Stapelaktor-Netzwerk angetrieben, dessen Sollsignal in einem geschlossenen Regelkreis basierend auf den real gemessenen Schwingungssignalen berechnet wird. Durch gezielte Ansteuerung der Aktoren kann der dynamische Kraftfluss zwischen dem Zerspanwerkzeug und dem Roboter unterbrochen werden, was wiederum die Schwingungen des gesamten Bearbeitungssystems „Werkzeug-Roboter“ mindert.



*Links: Industrieroboter mit prototypischem Schwingungskompensator ohne Antriebsspindel  
Rechts: Prototypischer Schwingungskompensator und dessen Montage am Industrieroboter*

Das „mittenkende“ Bearbeitungssystem ist mit unterschiedlichen Spindeltypen kombinierbar und verfügt über modulare Steuerungs- und Regelungstechnik zur aktiven Schwingungsdämpfung und Lastkompensation für den Einsatz in unterschiedlichen Bearbeitungsprozessketten.

Innerhalb des Vorhabens konnte die Leistungsfähigkeit des neuartigen Schwingungskompensators in umfangreichen experimentellen Versuchen bereits erfolgreich demonstriert werden. Nun gilt es, das Potenzial des Kompensatormoduls für weitere Anwendungsgebiete zu nutzen, die von dem positiven Schwingungsverhalten pro-

fitieren können. Vision des Projektkonsortiums ist deshalb die künftige Vermarktung dieser neuen Klasse von hochproduktiven und hochgenauen Bearbeitungssystemen.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Michael Krahl,**  
Institut für Leichtbau und  
Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden,  
Telefon +49 (0) 3 51 / 4 63-4 24 99,  
E-Mail: michael.krahl@tu-dresden.de,  
www.tu-dresden.de/mw/ilk



Merken Sie sich jetzt schon den Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe des Carbon Composites Magazins vor: Bis zum **10. August 2015** sollten Ihre Beiträge bei der Redaktion eingegangen sein.

Weitere Informationen:

**Doris Karl,** CCeV, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit,  
Telefon +49 (0) 8 21/26 84 11-04,  
E-Mail: doris.karl@carbon-composites.eu

 **CARBON  
COMPOSITES**



## MIT KÖPFCHEN

Endlosfaserverstärktes, hochsteifes und hochfestes Gelenkkopf-Verbindungselement in Leichtbauweise entwickelt

**Gelenkköpfe sind eine spezielle Form von Gleitlagern, die als Verbindungselemente zwischen zwei Bauteilen eingesetzt werden und eine Beweglichkeit dieser beiden Teile relativ zueinander ermöglichen. Sie dienen so der biegemomentfreien Kraftübertragung und ermöglichen die Kompensation von Temperaturverzug. In der Regel bestehen kommerziell verfügbare integrale Gelenkköpfe aus Stahlwerkstoffen und sind in der Gleitzone der Kugelkalotte mit selbstschmierenden Kunststoffschichten ausgestattet. Alternativprodukte aus Kunststoff sind bisher lediglich als Massenprodukte mit niedrigen Festigkeiten und Steifigkeiten verfügbar.**

Ingenieure des Institutes für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden haben nun erstmals für massekritische und hoch beanspruchte Konstruktionen ein endlosfaserverstärktes, hochsteifes und hochfestes Gelenkkopf-Verbindungselement in Leichtbauweise entwickelt, das nicht nur Winkelversätze ausgleichen kann, sondern auch eine minimale Längenausdehnung bei Temperaturbeanspruchung und verbesserte Dämpfungseigenschaften aufweist. Diese ausgezeichneten Bauteileigenschaften werden durch die Nutzung der besonderen Eigenschaften von Kohlenstofffasern als Verstärkungsmaterial sowie durch eine speziell entwickelte Laminarchitektur erreicht. Das Herstellungskonzept basiert auf einer trocken gewickelten Doppelschlagschlaufe, welche in einem Harzinjektionsverfahren konsolidiert wird und eine hohe Automatisierbarkeit sowie Reproduzierbarkeit ermöglicht. Die Kugelkalotten werden bereits im Preformingprozess integriert, so

dass das Bauteil nach der Entformung sofort einsatzbereit ist.

Erste Untersuchungen am ILK zum Tragverhalten dieser CFK-Gelenkköpfe ergaben statische Tragzahlen von 30 kN bei einer Bauteilmasse von nur 15 g. Die Ergebnisse zeigen das enorme Potenzial der neu entwickelten Leichtbau-Verbindungselemente. Zum Vergleich: Die statischen Tragzahlen baugleicher Stahlvarianten aus dem Motorsport-Bereich liegen bei ca. 40 kN, allerdings wiegen diese Bauteile mit etwa 90 g fast das Sechsfache. Bezogen auf die Bauteilmasse erreicht der neuartige Faserverbund-Gelenkkopf damit eine um 300 Prozent höhere Leistungsfähigkeit.

Ein wartungsfreier Einsatz des entwickelten Gelenkkopfes wird durch eine Beschichtung der Kugelkalotte mit einer superharten Kohlenstoffschicht (ta-C) erreicht. Die ILK-Wissenschaftler konnten in Experimenten für diese Beschichtung in Verbindung mit CFK extrem hohe Verschleißwiderstände bei sehr geringer Reibung nachweisen.

Derzeit entwickeln die Forscher ein numerisches Auslegungswerkzeug und untersuchen weitere Matrixwerkstoffe, um für verschiedene Kundenanforderungen bedarfsgerechte Produktlösungen anbieten zu können. Zukünftige Einsatzbereiche der integralen Leichtbau-Gelenkköpfe sehen die Entwickler vor allem im Bereich des Hochleistungs-Leichtbaus, etwa im Motorsport, im Automobilbereich und in der Luftfahrt- und Raumfahrt.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Eike Dohmen,**

Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden,  
Telefon +49 (0) 3 51/4 63-4 25 08,  
E-Mail: eike.dohmen@tu-dresden.de,

**Dr.-Ing. Manuela Andrich,**

Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden,  
Telefon +49 (0) 3 51/4 63-38746,  
E-Mail: manuela.andrich@tu-dresden.de,  
www.tu-dresden.de/mw/ilk

# PRAKTISCHE ERFAHRUNGEN

## Studentenprojekt zur Entwicklung eines Leichtbaudemonstrators

**Studenten des Instituts für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden entwickelten einen kohlenstofffaserverstärkten Leichtbaudemonstrator und setzten ihn um. Nachwuchswissenschaftler des ITM betreuten die Studenten.**

Noch vor 20 Jahren wurden Faserkunststoffverbunde (FKV) hauptsächlich für Hochtechnologieprodukte insbesondere in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt. Durch die rasante Weiterentwicklung von FKV hat sich die Anzahl der Einsatzgebiete in der heutigen Zeit deutlich erhöht. Grundlage für diese Entwicklung sind textile Verstärkungsmaterialien aus Hochleistungswerkstoffen wie z.B. Carbon- und Glasfasergarnen. Um Studenten und Studieninteressierten einen Zugang zur komplexen Prozesskette vom Fasermaterial zum fertigen Bauteil zu ermöglichen, wurde eine Initiative zur Entwicklung und zum Bau eines Leichtbaudemonstrators aus faserverstärktem Kunststoff gegründet. Gleichzeitig erhielten Studierende des ITM die Möglichkeit, die Entwicklung eines komplexen faserverstärkten Bauteils von Beginn an mitzuerleben und aktiv mitzugestalten.

Zwei grundlegende Eigenschaften der FKV standen während des Entwicklungsprozesses im Vordergrund: Zum einen sollte der Entwurf das geringe Gewicht des Werkstoffes und der Konstruktion ausdrücken, zum anderen auch Stabilität und Tragfähigkeit einer grazilen Struktur demonstrieren. Die Umsetzung oblag der Studenteninitiative bei gleichzeitig völliger Gestaltungsfreiheit des Demonstrators. Mittels textilphysikalischer Charakterisierung der Verstärkungsstruktur und simulationsgestützter Bestimmung von FKV-Eigenschaften wurden die grundlegenden Charakteristiken der einzusetzenden Materialien bestimmt. Zur Herstellung der FKV-Komponenten dienten Urm Modelle aus Aluminiumfräskörpern für die Fertigung von Negativform-Werkzeugsätzen. Diese ermöglichen die Herstellung von FKV-Hohlkörpern unter Nutzung eines Schlauchblasverfahrens. Dies eignet sich speziell für die Herstellung von komplexen FKV-Bauteilen in hoher Qualität im Labormaßstab. Zusammenfassend konnten die Studenten des ITM intensive Erfahrungen mit textilen Hochleistungswerkstoffen und zusätzlich wertvolles Know-how auf dem Gebiet des Projektmanagements sammeln. Die unterschiedlichen Phasen bei der Entwick-



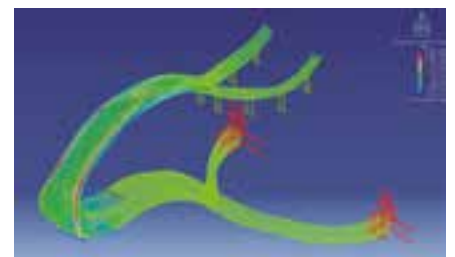
*Darstellung des aktuellen Entwicklungsstandes aus dem Studentenprojekt „Leichtbaudemonstrator“*

lung des Leichtbaudemonstrators wurden in Frankfurt (Main) auf der Techtextil 2013, in Dresden zur 8. Aachen-Dresden International Textile Conference 2014 und der staged-Designshow 2015 in Dresden dem Fachpublikum präsentiert. Die Studenten erfuhren dabei eine durchgehend positive Resonanz.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Lars Hahn,**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter (Multiaxialgelege und Textiles Bauen), TU Dresden, Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik, Telefon +49 (0) 3 51/ 4 63-3 48 69, E-Mail: lars.hahn@tu-dresden.de, www.tu-dresden.de/mw/itm



*Simulation der Kraftflussverläufe anhand des Rahmens des Leichtbaudemonstrators*



*Präsentation des Studentenprojekts „Leichtbaudemonstrator“*

# SCHNELL, FLEXIBEL UND HOCHGENAU

## Das Werkzeug Laser hält Einzug im Faserverbund-Leichtbau

Als eines der führenden Laseranwendungsinstitute der Fraunhofer Gesellschaft verstärkt das Fraunhofer IWS seine Aktivitäten auf dem Gebiet des Faserverbund-Leichtbaus. Der stetig wachsende Markt für Halbzeuge und Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen erfordert fortschrittliche Fertigungstechnologien, einen hohen Materialausnutzungsgrad und automatisierte Prozessketten. Der Laser ist ein präzises, nahezu verschleißfreies, einfach zu automatisierendes Werkzeug, das in der Bearbeitung von metallischen Werkstoffen fest etabliert ist. Im Bereich der Faserverbundbearbeitung eröffnen sich mit ihm neue Möglichkeiten.

Gemeinsam mit Industriepartnern konnte eine Technologie zum flexiblen Zuschnitt von textilen Halbzeugen und komplexen Faserverbundbauteilen mit moderaten Wandstärken qualifiziert werden. Schwerpunkt dabei ist neben der Wahl der richtigen Bearbeitungsparameter insbesondere die Entwicklung von intelligenter Systemtechnik, welche eine hohe Produktivität und die geforderten Bearbeitungsgenauigkeiten garantiert. Dazu wurde das Herzstück der Anlagentechnik, ein Scannersystem zur schnellen Strahlableitung, um eine koaxiale Kameraerkennung ergänzt. Diese detektiert die Lage des Bauteils oder Textils im Arbeitsbereich und passt die Sollbearbeitungsbahnen des Laserstrahls entsprechend an (Abb. 1).

Doch der Laser kann noch mehr: Durch seinen kraftfreien und schonenden Materialabtrag ist es auch möglich, Matrixmaterial lokal aus den Faserlagen herauszulösen und so eine optimale Oberflächenvorbereitung zum nachträglichen Kleben oder Anspritzen zu erzeugen. Besonders erfolgversprechend ist auch das Freilegen von metallischen Leiterbahnen oder Sensorelementen, die beim Herstellprozess mit in den Faser-Kunststoff-Verbund integriert wurden. Abb. 2 zeigt ein freigelegtes Kupferinsert in einem Glasfaser-Polypropylen-Halbzeug. Da die Leiterbahnen typischerweise nur einige 10 µm Stärke aufweisen, ist besonderes Fingerspitzengefühl beim Abtrag gefragt. Auch hier konnten die Forscher des Fraunhofer IWS Lösungen erarbeiten, die einen reproduzierbaren und geregelten Abtrag ermöglichen. So werden Unterschiede im Absorptionsverhalten von Kupfer und Polymer bzw. Glasfaser bei bestimmten Laserwellenlängen ausgenutzt. Ein zusätzlich integriertes Spektrometer detektiert online die Ionisationsprodukte von Kupfer beim Laserabtrag und beendet den Abtragsprozess, sobald das Metall freigelegt wurde.



Abb. 1: Laserzuschnitt von thermoplastischen CFK-Prepregs mittels remocut®FRP-Technologie

Aktuelle Aktivitäten des Fraunhofer IWS zielen auf die Entwicklung neuer Fügetechnologien insbesondere bei konstruktiven Verbindungen von Faserverbund und Metall. Dabei werden Optimierungen für großflächige Klebeprozesse durchgeführt, die in den neuen Prüflaboren auf Festigkeit und Alterungsstabilität geprüft werden können. Die für das Kleben erforderliche Oberflächenvorbereitung wird zum Beispiel durch eine am IWS entwickelte Atmosphärendruck-Plasmaquelle (Abb. 3) mit hohen Flächenraten realisiert. So konnten mit diesem System bei Projektpartnern CFK-Bauteile mit Prozessgeschwindigkeiten von bis zu 80 m/Min. aktiviert und Metalloberflächen mit einem SiO<sub>2</sub>-Haftvermittler beschichtet werden.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Annett Klotzbach,**

Koordinatorin Laserbearbeitung von Faserverbundmaterialien, Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, Dresden, Telefon +49 (0) 3 51/ 8 33 91-32 35, E-Mail: [annett.klotzbach@iws.fraunhofer.de](mailto:annett.klotzbach@iws.fraunhofer.de), [www.iws.fraunhofer.de/de/zentren/faserverbundtechnik.html](http://www.iws.fraunhofer.de/de/zentren/faserverbundtechnik.html)

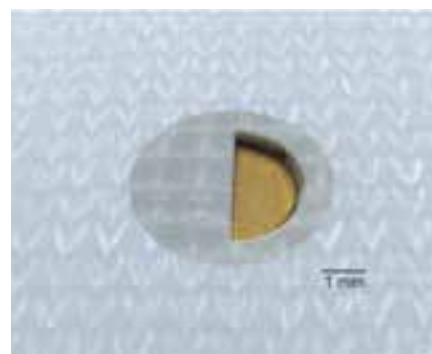


Abb. 2: Glasfaser-Polypropylen-Halbzeug mit freigelegtem Kupferinsert



Abb. 3: Large-Plasmaquelle zur Hochrate-Plasmaaktivierung



# NEULICH IN DRESDEN

## Rehamittel ganz leicht gemacht

**CarboLife ist ein junges Unternehmen aus Dresden, das sich der Entwicklung und Fertigung von Bewegungshilfen, wie beispielsweise Rollstühlen, mit Verbundwerkstoffen widmet. Dabei sind Funktionalität und Ästhetik in den Augen von Geschäftsführer Mirko Filler kein Widerspruch. Mit Hilfe der Leichtbau-Systemtechnologien KORROPOL GmbH konnte die erste Pilotproduktion von Seitenteilen für Rollstühle realisiert werden.**



Bilder: CarboLife technologies

*Ein echter Hingucker ist der Leichtbau-Rollstuhl von CarboLife.*



Das Rollmesser des Schneidcutters rast mit fast unwirklicher Geschwindigkeit über das straff gespannte Carbonegewebe. Im Sekundentakt entstehen komplexe Zuschnitte von der Größe eines Badvorlegers.

„Funktionalität und Ästhetik miteinander verbinden – das ist unser Anspruch“, erläutert Dipl.-Ing. Mirko Filler, Geschäftsführer der CarboLife GmbH & Co. KG (CarboLife) die Philosophie seines Unternehmens. „Mit unserer Erfahrung im Leichtbau schaffen wir neue Produkte, die leicht, funktional und ästhetisch ansprechend sind.“ Ihr Know-how im praxisorientierten Leichtbau sammelten Mirko Filler und sein Mitstreiter Dipl.-Ing. Jörg Beyer in langjähriger Ingenieursarbeit am Leichtbau-Zentrum Sachsen in Dresden, wo sie für die Luftfahrt-, Automobil- und Schiffbauindustrie arbeiteten. Dieses Know-how setzen sie nun für die Entwicklung und Fertigung von intelligenten Rehamitteln ein. „Bewegungshilfen begleiten bewegungseingeschränkte Menschen den ganzen Tag. Deswegen bedarf es hochwertiger Technik, um unsere anspruchsvollen Produkte effizient fertigen zu können“, so Filler. Die hochstabilen, robusten Seitenteile für Rollstühle nutzen die hervorragenden Eigenschaften von Carbon. Aufgrund der

geringeren Wärmeleitfähigkeit des Faser-verbundwerkstoffes im Vergleich zu klassischen metallischen Seitenteilen, kühlen die eng anliegenden Oberschenkelaußenseiten bei kaltem Wetter nicht so schnell aus. „Derartige intelligente Rehamittel bringen einen erkennbaren Mehrwert für den Menschen“, so Filler.

Im Frühjahr 2013 startete die erste Pilotproduktion bei der Leichtbau-Systemtechnologien KORROPOL GmbH (LSK), die das junge Unternehmen CarboLife beim Aufbau der eigenen Produktlinie unterstützte. „Die gemeinsam mit der CarboLife aufgebaute Pilotprozesskette für die Verarbeitung der hochwertigen Carbon-Design-Gewebe ermöglicht eine allseitig hochwertige Oberfläche mit einer brillanten Tiefenwirkung der farbigen Seitenteile“, so Dipl.-Ing. Marco Zichner, Geschäftsführer der LSK. Ziel der LSK ist die Überführung von Ideen in die Serie. „Dabei stehen unsere Kunden oft vor einem Henne-Ei-Problem: ohne Pilotprodukte keine Kunden – ohne Kunden keine Investitionen – ohne Investitionen keine Produkte. Mittels unserer flexiblen Fertigungseinrichtungen können wir für unsere Kunden Pilotserien realisieren, die gezielt helfen, Märkte zu erschließen und so Investitions-

entscheidungen für den Aufbau von speziellen Produktionskapazitäten zu erleichtern“, erläutert Zichner.

Mittlerweile hat CarboLife aufbauend auf den gemeinsam mit der LSK gesammelten Erfahrungen und ersten Großkundenaufträgen eine eigene Produktion in Dresden errichtet. „Dennoch greifen wir noch immer auf spezielle Anlagensysteme der LSK zurück. Manche Investition rechnet sich für uns derzeit einfach noch nicht. Das wird sich aber sicherlich bald ändern“, erzählt Filler zuversichtlich.

Der Highspeed-Cutter der LSK hat mittlerweile gut zwei Dutzend Zuschnitte für weitere Seitenteile hergestellt. Mirko Filler, Jörg Beyer und Marco Zichner sind ein gutes Team. Die drei sind sich einig, dass die Wiege des intelligenten Leichtbaus für Rehamittel der Zukunft hier in Dresden steht.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Marco Zichner,**

Geschäftsführer,

Leichtbau-Systemtechnologien

KORROPOL GmbH, Dresden-Schönfeld,

Telefon +49 (0) 3 51/2 63 13 10,

E-Mail: marco.zichner@korropol.de,

www.korropol.de



Batterieträger in einer neuartigen Faserverbund-Hybridbauweise

## UMSPRITZTE HOHLPROFILE FÜR DEN AUTOMOBILBAU

### Entwicklung eines neuartigen Batterieträgers in thermoplastischer Faserverbund-Hybridbauweise

**Die Umstellung der Individualmobilität auf elektrische Antriebe erfordert die Neugestaltung bisheriger Fahrzeugkonzepte, wobei insbesondere die Reichweitensteigerung mittels innovativer Leichtbaukonzepte eine Kerntechnologie zur Erreichung der E-Mobilitätsziele darstellt. Innerhalb des Teilprojektes „Batterie und Insassenschutz“ des vom BMBF geförderten Verbundvorhabens „e-generation“ wurde gemeinsam mit dem Projektpartner Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG ein bestehender Fahrzeugbatterieträger, der als Stahl-Schweißbauteil ausgeführt ist, in eine Faserverbund-Hybridbauweise mit Aluminium-Krafteinleitungselementen überführt.**

Der neu entwickelte Batterieträger zeichnet sich durch eine bislang einzigartige Bauweise aus, bei der an ein komplex geformtes, thermoplastisches Faserverbundhohlprofil die Batterieträgerplattform großflächig im Spritzgießverfahren angeformt wird. Neben der Bauteilauslegung und der Charakterisierung der verschiedenen Werkstoffe stellte die technologische Umsetzung des neuartigen Bauteilkonzeptes einen Forschungsschwerpunkt dar. Hierbei wurde ein am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik entwickelter Schlauchblasprozess für die Hohlprofilherstellung mit integrierter Anbindung der Aluminium-Krafteinleitungselemente genutzt. Nachfolgend wurde das Profil mit einem rieselfähigen Granulat gefüllt und umspritzt. Die Partikelfüllung diente dabei der Abstützung des Hohlpro-

files gegen den Spritzgießdruck. Das so entstandene Bauteil erzielt durch die beanspruchungsgerechte Mischbauweise eine Masseersparnis von 30 Prozent gegenüber dem Referenzbauteil und erfüllt alle relevanten Anforderungen der Fahrzeugsicherheit.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Alexander Liebsch,**

Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden,  
Telefon +49 (0) 3 51/4 63-3 94 37,  
E-Mail: alexander.liebsch@tu-dresden.de,  
tu-dresden.de/mw/ilk,

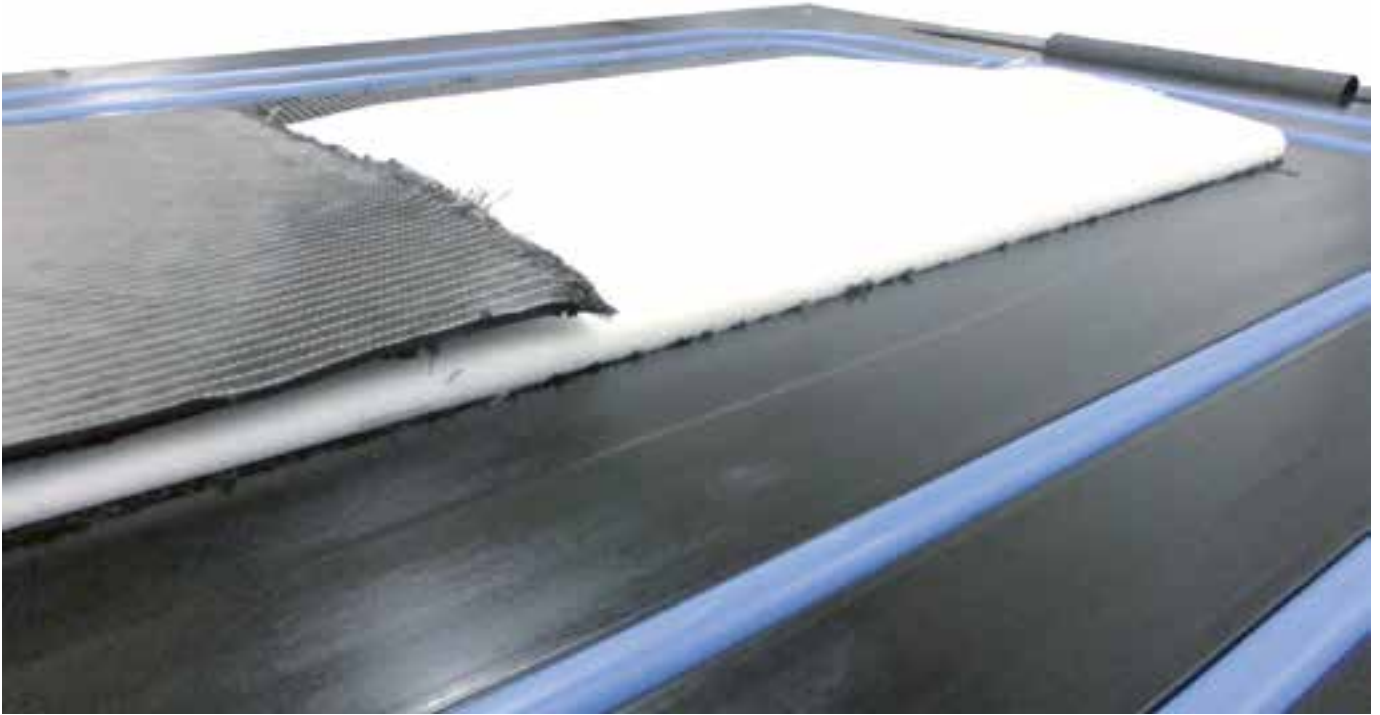
**Nino Andricevic,**

Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG,  
Telefon +49 (0) 7 11/9 11-8 73 59,  
E-Mail: nino.andricevic@porsche.de,  
www.porsche.com

# NEUES KONZEPT

## Preform- und RTM-Werkzeuge für Prototypen, Klein- und Testserien

Die Lücke zwischen Entwicklung und ersten Bauteilen konnte durch das Dresdner Unternehmen Qpoint Composite GmbH mit Hilfe eines neuartigen Werkzeugkonzepts. Durch einen autarken Werkzeugaufbau können Preforms und RTM-Bauteile effizient und seriennah produziert werden. Innerhalb kürzester Zeit ist es somit möglich Prototypen und Kleinserien zu fertigen.



Serienproduktionen von Faserverbundbauteilen haben in den letzten Jahren stark an Volumen zugenommen und zeigten, dass sich Faserverbundbauteile wirtschaftlich fertigen lassen. Wie bei allen Serienfertigungen üblich, ist die Investition für Werkzeuge und Automatisierung hoch. Damit ergeben sich hohe Anlaufkosten für Serienproduktionen und es ist sehr kostenintensiv, neue Designs oder Änderungen am Bauteil seriennah zu testen. Qpoint Composite hat ein neues Werkzeugkonzept entwickelt, mit dem eine seriennahe Produktion von Prototypen und Testserien möglich ist. Die Kombination eigenbeheizter Preformwerkzeuge sowie der Einsatz von neu entwickelten CFK-RTM-Werkzeugen basierend auf Qpoint-Heizstrukturen gibt dem Kunden die Möglichkeit, innerhalb weniger Wochen eine Fertigungsrate von 100 Bauteilen pro Woche zu erzielen.

Durch die optimale Ausrichtung des Services an die Kundenanforderungen werden Konstruktion, Werkzeugbau, die Prozesssteuerung sowie Testbetrieb und Übergabe koordiniert und in einem engen Zeitplan umgesetzt.

Der Vorteil für den Kunden besteht darin, innerhalb weniger Wochen neue Bauteile kostengünstig auf den Preform- und RTM-Werkzeugen zu fertigen. Der Aufbau als Stand-alone-Werkzeuge ermöglicht dem Kunden sogar, unabhängig von seiner Pressenverfügbarkeit an beliebigen Orten zu produzieren.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christian Kohser,**  
Qpoint Composite GmbH, Dresden,  
Telefon +49 (0) 3 51/ 6 53 94 31,  
E-Mail: [Kohser@qpoint-composite.de](mailto:Kohser@qpoint-composite.de),  
[www.qpoint-composite.de](http://www.qpoint-composite.de)



Qpoint Composite liefert aktives CFK-RTM-Werkzeug mit Prozesssteuerung für Prototypen und Kleinserien



## SYSTEMLEICHTBAU ALS VORREITER FÜR VERNETZTE PROZESSKETTEN

CCeV-Präsenz auf dem 19. Internationalen Dresdner Leichtbausymposium

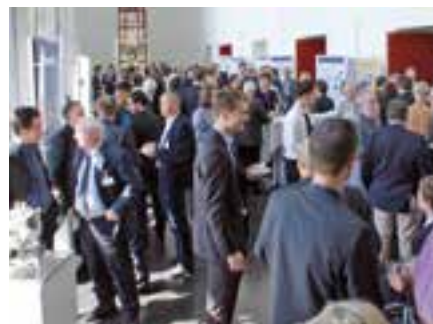
**Auch in diesem Jahr wird der Carbon Composites e.V. (CCeV) mit seiner Regionalabteilung CC Ost wieder als Partner auf dem Branchentreff der Leichtbauer auftreten. CCeV-Mitglieder erhalten 20 Prozent Rabatt als Tagungsteilnehmer bzw. Aussteller.**

Das vom Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der Technischen Universität Dresden ausgerichtete Internationale Dresdner Leichtbausymposium ist die etablierte Diskussionsplattform für einen branchen- und produktübergreifenden Wissens- und Erfahrungstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Seit dem ersten Dresdner Leichtbausymposium im Jahr 1997 wird hier als durchgängiges Credo das inzwischen bei allen führenden Industrien akzeptierte und auch angewandte Dresdner Modell eines „Funktionsintegrativen Sys-

temleichtbaus in Multi-Material-Design“ mit seiner inhärenten Material- und Energieeffizienz verfolgt.

Weitere Informationen unter [www.leichtbausymposium.de](http://www.leichtbausymposium.de)

**Dr.-Ing. Thomas Heber,**  
Abteilungsgeschäftsführer CC Ost,  
Carbon Composites e.V., Abteilung CC Ost,  
Telefon +49 (0) 3 51/ 4 63-4 26 41,  
E-Mail: [thomas.heber@carbon-composites.eu](mailto:thomas.heber@carbon-composites.eu),  
[www.cc-ost.eu](http://www.cc-ost.eu)



*Das letztjährige Internationale Dresdner Leichtbausymposium konnte über 400 Teilnehmer aus Wissenschaft und Wirtschaft begeistern.*

# 19. Internationales Dresdner Leichtbausymposium



18.-19. Juni 2015  
Dresden



## Eigenstressminimierte thermoplastbasierte hybride Lamine

Im Rahmen des von der DFG geförderten Bundesexzellenzclusters MERGE „Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen“ der TU Chemnitz beschäftigt sich das Handlungsfeld A „Halbzeug- und Preformtechnologien“ um Frau PD Dr.-Ing. habil. Daisy Nestler u. a. mit eigenstressminimierten thermoplastbasierten hybriden Laminen.

Hybride Lamine kombinieren das Leichtbaupotenzial faserverstärkter Kunststoffe mit der Duktilität des Metalls. Bisherige hybride Lamine mit kontinuierlicher Faserverstärkung, wie z.B. GLARE®, sind durch eine duroplastische Matrix im FKV gekennzeichnet. Ein thermoplastischer Kunststoff zeigt demgegenüber Vorteile wie Umformbarkeit, Recyclingfähigkeit und Großserientauglichkeit. Hohe Eigenstressungen, die sich aufgrund unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten der verwendeten Werkstoffkomponenten in den hybriden Laminen ausbilden können, führen zu unerwünschten Schädigungen im Gesamtsystem.

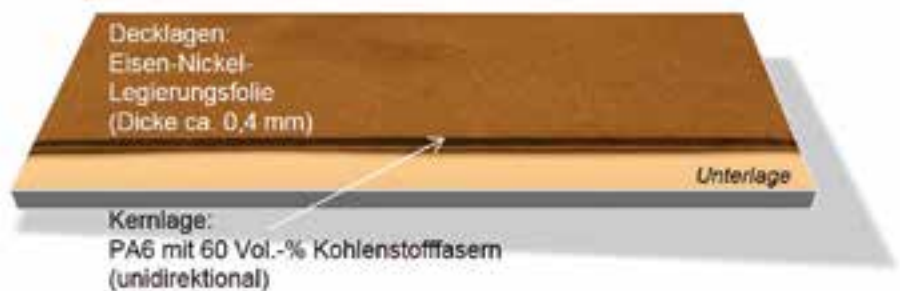
Technische Thermoplaste mit Kohlenstoff-Endlosfaser-Verstärkung (CF) weisen sehr niedrige thermische Ausdehnungskoeffizienten (CTE) auf. Polyamid 6 (PA6) mit 60 Vol.-% CF verfügt über einen CTE von  $0,15 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Die im Leichtbau relevanteste Metallkomponente der Aluminiumlegierungen hat einen CTE von ca.  $24 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Diesem Mismatch kann nur durch gezielte Auswahl und Kombination der Komponenten begegnet werden. Die Forscher verfolgen daher zwei Lösungswege: Einerseits besteht die Möglichkeit, Aluminiumlegierungen mit CF-verstärktem Thermoplast zu kombinieren. Dabei ist die Gradierung des CTE und damit der thermisch induzierten Spannungen durch die Integration von glasfaserverstärkten Thermoplasten in Form von Zwischenschichten notwendig\*.

Andererseits besteht die Möglichkeit, eine geeignete Metallkomponente in Form von dünnen Eisen-Nickel-Legierungsfolien auszuwählen, die einen dem CF-PA6 angepassten CTE aufweisen. Somit sind eigenstressminimierte hybride Lamine auf Thermoplastbasis herstellbar. Weil die Eisen-Nickel-Folien auch in geringsten Dicken ( $\geq 3 \mu\text{m}$ ) verfügbar sind, ist ein bedarfsge rechter Aufbau der hybriden Lamine mit verschiedenen Lagenanzahlen, -dicken und Faserorientierungen möglich. Trotz höherer Dichte der Fe-Ni-Legierungen zeigen laufende Untersuchungen vielversprechende hervorragende spezifische Eigenschaften.

Weitere Informationen:

**PD Dr.-Ing. habil. Daisy Nestler,**  
**Dr.-Ing. Heike Jung,**  
**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Guntram Wagner,**  
Professur für Verbundwerkstoffe,  
TU Chemnitz,  
Telefon +49 (0) 3 71/ 53 13 65 46,  
E-Mail: daisy.nestler@mb.tu-chemnitz.de,  
www.tu-chemnitz.de/mb/lvw  
www.tu-chemnitz.de/MERGE

\* Nestler, D. et al.: Thermoplastische Hybridlamine mit variabler Metallkomponente, Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 45(2014)6, 531–536



Thermoplastbasiertes hybrides Laminat mit angepassten thermischen Ausdehnungskoeffizienten;  
Decklagen: Eisen-Nickel-Legierung (Dicke ca. 0,4 mm),  
Kernlage: PA6 mit 60 Volumenprozent Kohlenstofffasern (unidirektional)



Merken Sie sich jetzt schon den Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe des Carbon Composites Magazins vor: Bis zum **10. August 2015** sollten Ihre Beiträge bei der Redaktion eingegangen sein.

Weitere Informationen:

**Doris Karl**, CCEv, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit,  
Telefon +49 (0) 8 21/26 84 11-04,  
E-Mail: doris.karl@carbon-composites.eu



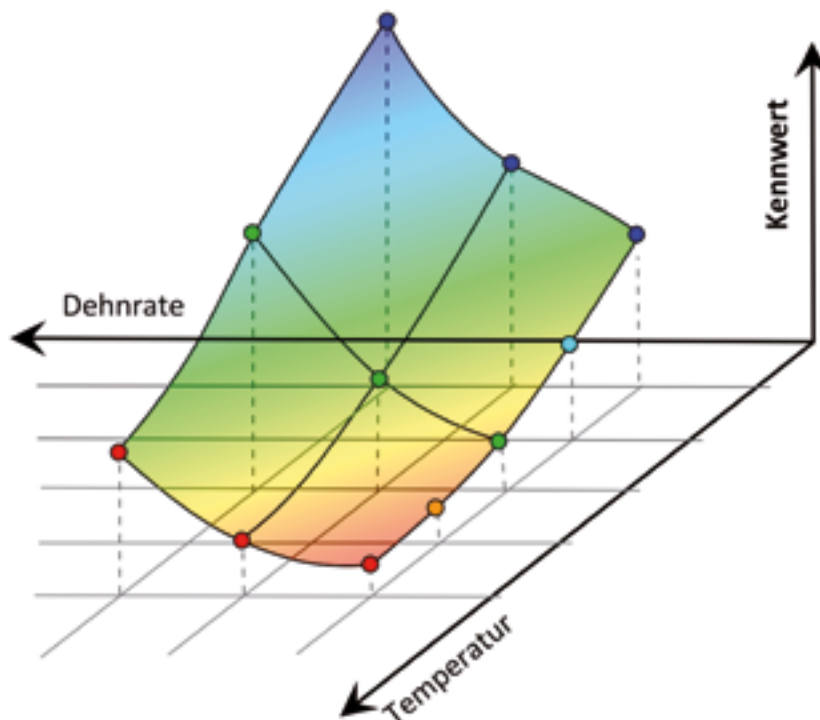
## Mechanische Charakterisierung von Composites unter Berücksichtigung der Temperatur- und Dehnratenabhängigkeit

Durch die gezielte Weiterentwicklung von Prüfvorrichtungen und Auswertemethoden konnte das Prüflabor der Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik eine Prüfmethodik entwickeln, die eine schnelle und effiziente Charakterisierung von Composites unter Berücksichtigung der Temperatur- und Dehnratenabhängigkeiten erlaubt. Durch die Verwendung der spezifischen Materialkennwerte bedeutet dies für den Anwender im Engineeringprozess einen erheblichen Vorteil bei der belastungsgerechten Auslegung von FKV-Komponenten.

Aufgrund des geringen Gewichts, der hohen Festigkeiten sowie der hervorragenden Crash- und Impacteigenschaften sind glas- oder kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt sowie in der Automobilindustrie besonders attraktiv. Composites weisen allerdings oft eine starke Dehnraten- und Temperaturabhängigkeit der mechanischen Kennwerte auf, die im frühen Engineeringprozess berücksichtigt werden sollte, um eine möglichst beanspruchungsgerechte Auslegung zu gewährleisten.

Aktuell wird die Dehnratenabhängigkeit der Zug-, Druck- und Schubkennwerte von Composites oft nur in Versuchsserien bei Raumtemperatur mit verschiedenen Belastungsgeschwindigkeiten ermittelt. Die Temperaturabhängigkeit wird äquivalent lediglich in quasi-statischen Versuchen bei diskreten Temperaturniveaus bestimmt. Diese Prüfpraxis vernachlässigt jedoch die Interaktion der Dehnraten- und Temperaturabhängigkeiten der spezifischen anisotropen Materialkennwerte. Der Mangel an vertrauenswürdigen Versuchsdaten führt daher oft zu einer eher konservativen Auslegung von Bauteilen, welche das enorme Potenzial von Composites gerade zu vergeuden. Die durch das Prüflabor der Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Leichtbau- und Kunststofftechnik entwickelte Prüfmethodik ermöglicht die Durchführung von Versuchen bei frei kombinierbaren Versuchsrandbedingungen wie Prüfgeschwindigkeit und Prüftemperatur.

Hierfür wurde eine Temperierkammer entwickelt, die in Kombination mit einer servohydraulischen Prüfmaschine die Durchführung von Versuchen mit Prüfgeschwindigkeiten von 0,0001 m/s bis 10 m/s bei Prüftemperaturen von -50 °C bis aktuell ca. 200 °C unter Zuhilfenahme von optischer Messtechnik erlaubt. Auf die Mög-



Beispielhafte Darstellung eines ermittelten dehraten- und temperaturabhängigen Kennwertfeldes

lichkeit der Verwendung von optischen Messmethoden wurde besonders großer Wert gelegt, da dies essenziell für die Ermittlung von Dehnungsfeldern und damit -kennkurven bei hochdynamischen Versuchen ist. Mit Hilfe der durch Hochgeschwindigkeitskameras aufgezeichneten Bilder können weiterführend qualitative Analysen durchgeführt werden, die zu Rückschlüssen auf relevante Versagens- und Schädigungsphänomene führen.

Zudem wurden die spezifischen Anforderungen an temperatur- und dehnratenabhängige Prüfungen auf alle für eine klassische mechanische Materialcharakterisierung relevanten Prüfvorrichtungen übertragen und sukzessive Neu- und Weiterentwicklungen durchgeführt. Dies erlaubt die schnelle und effiziente Ermittlung von Basiskennwerten in Zug-, Druck- und Schubversuchen. Des

Weiteren können 3-Punkt- und 4-Punkt-Biegeversuche sowie Durchstoßversuche für die Validierung von Versuchsdaten durchgeführt werden. Spezielles Augenmerk wurde bei der Weiterentwicklung von Prüfvorrichtungen auf Modularität gelegt. Besonders im Bereich der Kennwertermittlung von Faser-Kunststoff-Verbunden ist häufig mit variierenden Prüfkörpergeometrien sowie Versuchsparametern zu rechnen. Die modifizierten Prüfvorrichtungen können diese werkstoff- und versuchsspezifischen Anforderungen berücksichtigen und decken stufenlos klar definierte Bereiche ab.

Aufgrund der Anisotropie von FKV-Werkstoffen ist erfahrungsgemäß eine sehr hohe Anzahl von Versuchen notwendig, um alle Steifigkeits- und Festigkeitskennwerte, die für eine adäquate Beschreibung des Werkstoffverhaltens in numerischen Modellen benötigt

werden, zu ermitteln. Die zusätzliche Berücksichtigung der Temperatur- und Dehnratenabhängigkeit kann schnell zu unverhältnismäßig hohem Kosten- und Zeitaufwand führen. Um den Versuchsaufwand zu reduzieren, wurden bereits verifizierte mechanische Modelle zur Beschreibung der Temperatur- und Dehnratenabhängigkeit miteinander gekoppelt, um die werkstoffspezifischen Kennwertfelder mit Hilfe weniger Modellparameter zu beschreiben. Mithilfe dieser Modelle kann der Versuchsaufwand auf wenige Stützstellen reduziert werden sowie Materialkennwerte für jede beliebige Temperatur-Dehnratenstützstelle innerhalb eines definierten Bereichs ermittelt werden.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Ralph Bochynek,**

Gruppenleiter Testing,  
Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH,  
Dresden,

Telefon +49 (0) 3 51/ 46 33 87 43,

E-Mail: bochynek@lzs-dd.de,

www.lzs-dd.de

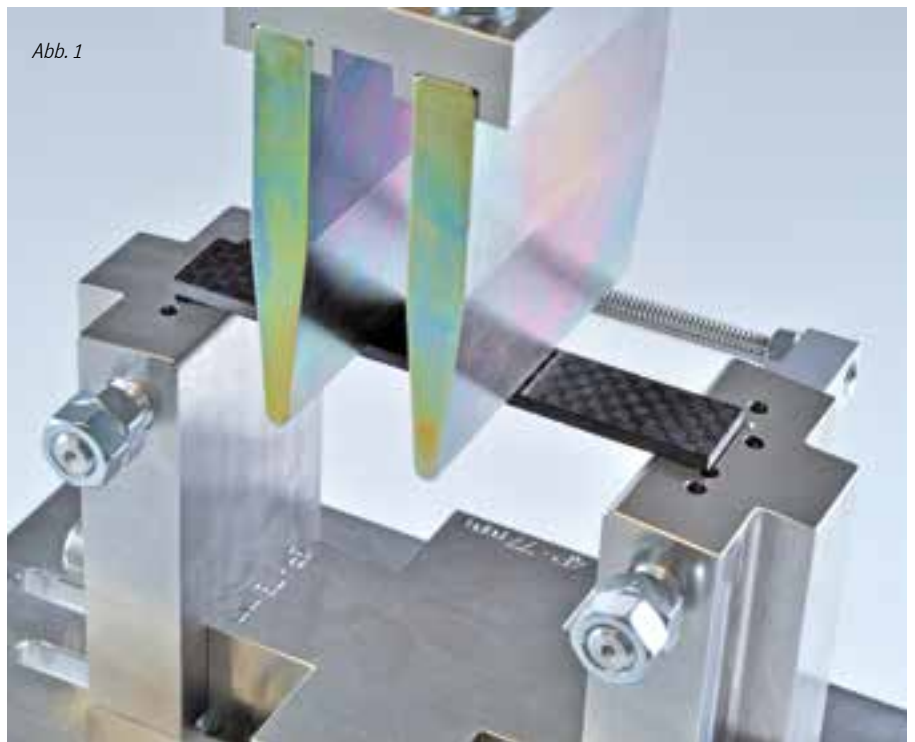


Abb. 1

*Angepasste Prüfvorrichtungen für dehnraten- und temperaturabhängige Materialcharakterisierungen: 4-Punkt-Biegung (Abb. 1), Zug (Abb. 2), Schub (Abb. 3) und Durchstoß (Abb. 4)*



Abb. 2



Abb. 3



Abb. 4

## IMA-Rail-Shear-Prüfvorrichtung zur mechanischen Werkstoffprüfung

**Inzwischen existiert eine Vielzahl internationaler und nationaler Prüfstandards für die Kennwertermittlung an hoch leistungsfähigen Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV). Die Weiter- und Neuentwicklung von Prüfverfahren muss dabei den wissenschaftlichen und technologischen Fortschritt stets begleiten. Hierzu nutzt die IMA Dresden ihre flexible Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025.**

Für eine werkstoffgerechte Prüfung ist eine umfassende Materialkenntnis obligatorisch. Das Verformungsverhalten nichtisotroper Werkstoffe ist dabei eine besondere Herausforderung, auch bei der Prüfung der Schubeigenschaften.

Wird orthotropes Material nicht mehr entlang seiner Symmetrieachsen beansprucht, so reagiert es anisotrop. Bereits die Faserrotation im Schubversuch initiiert eine Dehnungs-Schiebungs-Kopplung und damit zusätzliche Längs- und Querdehnungen im Material. Wird dieser Verformungswunsch unterdrückt, so erhöht sich der Schiebungs-widerstand des Materials. Die Folge sind zum einen sind überhöhte Prüfkraftmesswerte die Folge, zum anderen können dadurch induzierte Normalspannungen quer zur Prüfvorrichtung festigkeitsmindernd wirken. Typisch schlanke Zugprüfkörper lassen eine Querdehnbarkeit indes zu.

Bestärkt durch eine große Nachfrage des Rail-Shear-Versuchs nach ASTM D7078 wurde in Anlehnung daran eine verbesserte Schubprüfvorrichtung entwickelt, die das Deformationsverhalten von FKV werkstoffgerechter berücksichtigt. Die Vorrichtung wurde zum Patent angemeldet (WO 2014090298 A1).

Die auf Linearachsen in Horizontal- und Vertikalrichtung spielfrei geführten Vorrichtungskomponenten gewährleisten eine freie Querdehnung des Prüfmaterials. Es gibt keine induzierte Verformungsvorgabe durch die Vorrichtungskinetik. Dadurch eröffnet die IMA-Rail-Shear-Prüfvorrichtung zusätzliches Potenzial zur Charakterisierung querdehnungsempfindlicher Materialien wie z. B. Kleb- oder Schaumstoffe. Überdies werden störende Biege- und Torsionsverformungen vermieden und damit empfindliche Kraftmess-einrichtungen geschont.

Die Vorrichtung setzt auf das sogenannte Combined Loading, eine Kombination aus kraft- und formschlüssiger Prüfkörpereinspannung, die hohe Kräfte effizient einleitet. Die prüfbare Bandbreite reicht von sensitiven unidirektional über hochstei-

fe multidirektional langfaserverstärkte Kunststoffe bis hin zu Sandwichmaterialien. Elektrisch betätigte Hydraulikzylinder erlauben einen wirtschaftlichen und reproduzierbaren Probenwechsel. Im Ergebnis steht eine sehr geringe Messwertstreuung, die von großem Interesse z. B. für die Ableitung charakteristischer Kennwerte ist. Erste interne Ringversuche bestätigen dies und sollen 2015 durch externe Versuchsreihen ergänzt werden.

Weitere Informationen:

**Prof. Dr.-Ing. Jens Ridzewski,**

Abteilungsleiter Kunststoffe,

IMA Materialforschung und

Anwendungstechnik GmbH Dresden,

Telefon +49 (0) 3 51/88 37-499,

E-Mail: jens.ridzewski@ima-dresden.de,

**Dipl.-Ing. Eric Rätzsch,**

Telefon +49 (0) 3 51/88 37-411,

E-Mail: eric.raetzsch@ima-dresden.de,

www.ima-dresden.de





N  
SITES

NETZWERK

THE FUTURE IS CC



at es sich zum Ziel  
tionierung  
zutreiben



# AUS DEM SÜDWESTEN

## Rückblick 2014

Im Jahr 2014 führte die Regionalabteilung Südwest (CC SW) des Carbon Composites e.V. (CCeV) am Institut für Verbundwerkstoffe in Kaiserslautern erneut Fachtagungen zu thematischen Schwerpunkten aus den Arbeitsgruppen Thermoplaste, Biocomposites und Smart Structures sowie Workshops für die Mitglieder der Region durch. Darüber hinaus wurde ein gemeinschaftlicher Thementag zusammen mit der Regionalabteilung CC Ost zum Thema „Funktionsintegration in der Praxis“ im BMW Werk in Leipzig veranstaltet.

Bei Fachtagungen mit den Schwerpunkten Luftfahrt- und Automobilanwendungen wurde mit Firmen entlang der ganzen Wertschöpfungskette über Material- und Prozessverbesserungen beraten. Vertreten waren KMUs der Region wie z.B. ADETE, CirComp, Easicomp; Material- und Halbzeughersteller wie BASF, Arkema, Gerster; Zulieferer und Dienstleister wie Stadco und EDAG und auch namhafte OEMs wie PFW, Premium AEROTEC, Audi. Neben Arbeiten an konkreten Produktvorentwicklungen wurden dabei auch neue Forschungsvorhaben auf den Weg gebracht, etwa im Rahmen des BMBF Calls „Forschung für die Produktion von morgen“ ein Förderantrag zum Thema „Entwicklung moderner Maschinenkonzepte durch Verkettung und Automatisierung“.

Rund 40 Teilnehmer aus Industrie und Forschung besuchten im Februar die Veranstaltung „Smart Structures – Smart for Manufacturing, Smart for Application“ und diskutierten die Bedarfe verschiedener Industriebranchen sowie den Stand der Technik und die Potenziale „intelligenter Verbundwerkstoffe“. Dabei standen überwiegend die Anliegen der Automobilbranche im Vordergrund. Die Teilnehmer definierten Anwendungen und Voraussetzungen für den Einsatz multifunktionaler Faserverbundwerkstoffe.

Im April wurde die Arbeitsgruppe „Composites mit Verstärkungsfasern aus nachwachsenden Rohstoffen“ ins Leben gerufen. Den rund 50 Teilnehmern aus Industrie und Wissenschaft präsentierten elf Referenten Materialentwicklungen und Forschungsergebnisse zum Thema „Biocomposites und Biopolymer – High Performance?“. Im Anschluss wurden FKV-Anwendungen an einem BMW i3 „live“ demonstriert.

Dem CC Südwest gehören aktuell 15 Mitglieder aus Industrie und Forschung an.

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Dietrich Rodermund**, CC Südwest, Telefon +49 (0) 6 31/ 31 77 89 58, E-Mail: rodermund@fahrzeug-initiative.de, www.cc-suedwest.eu



## SMC – GANZ MASSGESCHNEIDERT

### IVW deckt die komplette Wertschöpfungskette ab

**Als eine von wenigen F&E-Einrichtungen weltweit verfügt der IVW seit 2014 über eine Duroplastimprägnier- und SMC-Anlage, mit der duroplastische Halbzeuge nach kundenspezifischen Vorgaben in einer Breite von bis zu 600 mm hergestellt werden können.**

Die Anlage besitzt ein Universalschneidwerk, das sowohl Glas- als auch Kohlenstofffasern oder eine Mischung aus beiden Faserarten verarbeiten kann. Ein zusätzlicher Abwickler ermöglicht die Verarbeitung von textilen Strukturen (z.B. Geweben, Gelegen, Matten) aus verschiedenen Fasersorten (z.B. Glas-, Kohlenstoff- oder Naturfasern) sowie aufbereiteten Recyclingfasern. Der gewünschte Fasergehalt

im Halbzeug kann über die Zugabe der Harzmenge durch zwei Rakelkästen in einem großen Bereich variiert werden. Die vorhandene Absauganlage ermöglicht außerdem die Verarbeitung von styrolhaltigen Reaktionsharzen wie z.B. ungesättigte Polyesterharze (UP-Harze) oder Vinylesterharze (VE-Harze). Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte bei der Herstellung von Halbzeugen sind:



Schnittbild der 50k-Schneidversuche

Kontrolle des Streubildes (Faserverteilung und Faserorientierung), Bestimmung des Imprägnierungsgrades und konstantes Flächengewicht. Somit können optimierte Halbzeuge am IVW im Fließpressverfahren mit Tauchkantenwerkzeugen auf einer 800-t-Presse mit Parallelregelung zum Bauteil weiterverarbeitet werden.

Das IVW kann damit ab sofort die komplette Wertschöpfungskette von der Herstellung über die Verarbeitung von duroplastischen Halbzeugen bis zum fertigen Bauteil abbilden. Im Rahmen des von der Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation geförderten Projektes „Preform-SMC“ wurde die Anlage zur Herstellung von modifiziertem und endlosfaserverstärktem SMC eingesetzt.

Weiterhin wurde unter anderem das Schneid- und Vereinzelungsverhalten von 50k-Kohlenstofffasern und die anschließende Herstellung von SMC-Halbzeug erfolgreich untersucht. Durch den Einsatz der

50k-Kohlenstofffasern sollen die Kosten für C-SMC Bauteile gesenkt, höhere Bauteileigenschaften erreicht und somit der Einsatz in (semi-)strukturellen Bauteilanwendungen ermöglicht werden.

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Luisa Medina,**

Telefon +49 (0) 6 31/2 01 73 12,

E-Mail: luisa.medina@ivw.uni-kl.de,

**M.Sc. Florian Gortner,**

Telefon +49 (0) 6 31/2 01 74 39,

E-Mail: florian.gortner@ivw.uni-kl.de,

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH,

www.ivw.uni-kl.de



Duroplastimprägnier- und SMC-Anlage am IVW

## ZUM PATENT ANGEMELDET

### Offaxisstabile Crashstrukturen aus Organoblechen

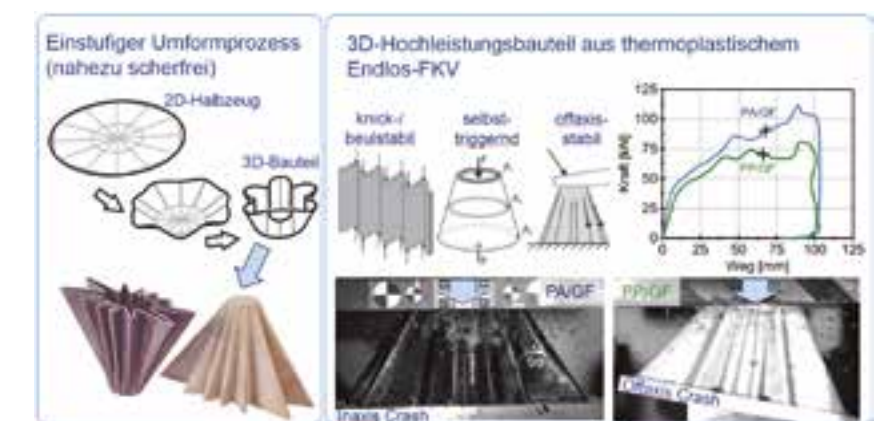
**Das Institut für Verbundwerkstoffe hat zusammen mit dem Partner Stadco innovative Crashabsorber aus endlosglasfaserverstärkten thermoplastischen Kunststoffen (FKV) entwickelt.**

Das zum Patent angemeldete Design zeichnet sich bei Verwendung von FKV gegenüber bestehenden Lösungen durch folgende Vorteile aus:

- hohe spezifische Energieabsorption
- wirtschaftliche Herstellung
- hohe Offaxis-Stabilität
- optimale Anpassung des Lastniveaus

Die spezifische Energieabsorption von FKV ist im Vergleich zu Stahllegierungen um den Faktor 3 bis 4, bei Aluminiumlegierungen um den Faktor 2 höher. Wegen der deutlich geringeren (Herstell-)Kosten, der geringeren Komplexität und der einfachen Verbindungstechnik wurden bis heute mehrheitlich metallische Crashabsorber in Automobilen eingesetzt.

Der Charme dieses neuen FKV-Absorbers kommt aus der Geometrie, die von Muffinformen aus Papier abgeleitet ist und daher eine nahezu scherdrapierungsfreie Umformung ermöglicht. Man kann so diese FKV ohne zusätzliche Fügetechnik in einem einfachen und schnellen Umformschritt aus dem 2D-Halbzeug in ein 3D-Bauteil überführen (Pro-



Crashabsorber aus thermoplastischen Endlos-FKV, Herstellkonzept und Crashversuche

zesszeit <30s). Durch Anpassungen der Geometrie, der Matrix oder der Fasern kann das Kraftniveau des Crashabsorbers sehr flexibel angepasst werden. Die spezielle Geometrie führt zu einer selbststabilisierenden Crashfront und bringt deutliche Vorteile hinsichtlich Knickstabilität und Offaxis-Belastung im Crashfall. Dies wurde in FE-Simulationen und realen Tests nachgewiesen.

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Sebastian Schmeer,**

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH,

Telefon +49 (0) 6 31/2 01 73 22,

E-Mail: sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de,

**Dr.-Ing. David Scheliga,**

Telefon +49 (0) 6 31/2 01 74 38,

E-Mail: david.scheliga@ivw.uni-kl.de,

www.ivw.uni-kl.de

Land Rheinland-Pfalz zeichnet Permeabilitätsmesssystem aus

Das Institut für Verbundwerkstoffe und die Präzisionsmaschinenbau Bobertag GmbH (PMB) haben gemeinsam ein innovatives System zur schnellen Permeabilitätsbestimmung von Textilien in QS und F&E entwickelt. Für das System 1D-Capa-Perm erhielten sie den Innovationspreis Rheinland-Pfalz 2014 in der Kategorie „Kooperation“.



Unterform des Messsystems 1D-Capa-Perm zur schnellen Permeabilitätsbestimmung bei Faserverstärkungen für Faser-Kunststoff-Verbunde



Einlegen einer textilen Verstärkungsstruktur in das Messsystem 1D-Capa-Perm



Anwenderoberfläche der Software für eine schnelle, robuste und einfache Permeabilitätsmessung

Harzinjektionsverfahren wie das Resin Transfer Molding (RTM) bilden einen Hauptpfeiler der Serienherstellung von Faser-Kunststoff-Verbunden. Beim RTM-Prozess wird die Faserverstärkung mit einem flüssigen Harzsystem getränkt. Dabei sind Prozessverlauf und -ergebnis stark von der textilen Permeabilität abhängig. Diese richtungsabhängige Größe beschreibt die Tränkbarkeit des Textils für das Harz und ist damit Voraussetzung für eine effiziente Werkzeugkonstruktion, Prozessauslegung und Simulation.

Das Institut für Verbundwerkstoffe forscht seit über 15 Jahren auf diesem Gebiet. Im Jahr 2012 fand sich mit der Präzisionsmaschinenbau Bobertag GmbH ein leistungsstarker Partner, der umfangreiche messtechnische Expertise in die Kooperation einbrachte. Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojekts wurde das Ziel eines standardisierten Messsystems zur zuverlässigen Bestimmung der Ebenenpermeabilität erreicht. Durch kapazitive Sensortechnologie kann die Ausbreitung des Harzes im Textil

auch in einem hochsteifen RTM-Stahlwerkzeug „sichtbar“ gemacht werden. Gemeinsam wurde die Permeameter-Technologie von der Software über die Sensortechnik bis hin zur Mechanik weiterentwickelt. So können nun Systeme für eine schnelle, einfache und effiziente Qualitätssicherung ebenso realisiert werden, wie komplexere Varianten für die intensive Textiluntersuchung und -optimierung im F&E-Bereich.

Das 1D-CapaPerm als aktuelles Ergebnis dieser Zusammenarbeit ist ein System zur Messung der Permeabilität in einer kleinen und daher transportablen Messzelle. Damit ist industriellen Anwendern vom Textilhersteller bis zum Verarbeiter erstmals die dringend benötigte Möglichkeit zu reproduzierbaren und untereinander vergleichbaren Messungen gegeben – eine wichtige Voraussetzung für die Anwendung in industriellen Prozessen, wie beispielsweise QS bei Textilherstellern und Wareneingangsprüfung bei Verarbeitern. Das 1D-CapaPerm schafft damit die Grundlage zu weiteren Verbesserungen bei



Preisverleihung Innovationspreis Rheinland-Pfalz

der Verarbeitung, besonders der Reduktion von Taktzeiten. Die Verleihung des Innovationspreises Rheinland-Pfalz hebt die Innovationskraft dieser Entwicklung hervor.

Weitere Informationen zur prämierten Technologie stehen unter [www.capaperm.com](http://www.capaperm.com) zur Verfügung, zukünftig die zentrale Informationsstelle zur RTM-Permeabilitätsmessung.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. David Becker,**  
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH,  
Telefon +49 (0) 6 31/3 16 07 34,  
E-Mail: [david.becker@ivw.uni-kl.de](mailto:david.becker@ivw.uni-kl.de),  
[www.ivw.uni-kl.de](http://www.ivw.uni-kl.de)



*PMB und IVW danken der AiF für die Förderung des Projektes „Westaperm – Weiterentwicklung und Erweiterung der 2D-Messzelle zur standardisierten Bestimmung der Permeabilität textiler Faserstrukturen“ im Rahmen des ZIM-Programms (Projekt-nummer KF2088320WM2).*

## RINGE, ROHRE UND MEHR

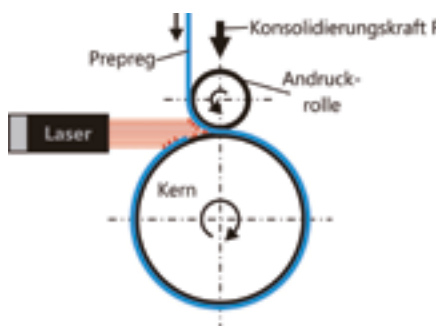
### Effektive Energieeinbringung zur Verarbeitung thermoplastischer Prepregs

**In vielen industriellen Bereichen steigt das Interesse an einer hochautomatisierten Herstellung von thermoplastischen Verbundbauteilen mit Endlosfasern. Bauteilstrukturen wie Ringe, Rohre, Zylinder und Druckbehälter stehen hierbei im Fokus des Interesses. Eine Möglichkeit, Bauteile auf diese Art herzustellen, ist die Verwendung von thermoplastischen Prepregs.**

Beim Ablegeverfahren wird das zu verarbeitende Prepregmaterial zusammen mit dem im vorherigen Prozessschritt bereits abgelegten Material (Substrat) durch Energieeintrag in den Zwickelbereich aufgeschmolzen und mittels einer Andruckrolle konsolidiert. Neben Infrarotstrahlern, Heißgas und offener Flamme kann hierfür der Laser als Heizquelle eingesetzt werden. Der Laser ermöglicht eine örtlich exakt begrenzte, effiziente und präzise regelbare Energie- und damit Wärmeeinbringung in das zu verarbeitende Prepreg, wodurch hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten und konstant hohe Bauteilqualitäten erreicht werden können.

Da von den durch die Firma AFPT bisher vertriebenen Anlagen ein Höchstmaß an geometrischer Flexibilität gefordert wurde, werden die laserunterstützten Ablegesysteme an Industrierobotern angeflanscht. Um die Bewegungsfreiheit der eingesetzten Industrieroboter nicht zu stark einzuschränken, werden fasergekoppelte Hochleistungs-Diodenlaser (HLDL) eingesetzt. Die Faserkopplung ermöglicht es, den Laser stationär zu betreiben und die Laserstrahlung nur über eine flexible Lichtleitfaser und eine sehr kompakte Optik am Ablegekopf in den Prozessbereich einstrahlen zu lassen.

Neben Anlagen, die ein Höchstmaß an geometrischer Flexibilität erfordern, arbeitet die Firma AFPT an Anlagenkonzepten zur kontinuierlichen Fertigung von Verbundrohren für die Großserie. Die Anforderungen an die geometrische Flexibilität sind bei derartigen Anlagen deutlich geringer, sodass es nicht erforderlich ist, die Laserstrahlung



über Lichtleitfasern in den Prozessbereich einzukoppeln. Dieses wiederum ermöglicht es, neuartige Heizquellen wie VCSEL (vertical-cavity surface-emitting laser), auch Oberflächenemitter genannt, einzusetzen. Im Gegensatz zu den bei Hochleistungs-Diodenlasern eingesetzten Kantenemittern bieten Oberflächenemitter die Vorteile geringerer Herstellungskosten und des geringeren Stromverbrauchs. Die Strahlung von Kantenemittern kann jedoch nicht wirtschaftlich in eine Lichtleitfaser eingekoppelt werden. Die Firma AFPT erforscht gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Carbon Composites der TUM in Garching, welche Möglichkeiten die neuartige VCSEL-Technologie zur Umsetzung thermoplastischer Verbundwerkstoffen bietet.

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Patrick Kölzer,**  
AFPT GmbH, Dörth,  
Telefon +49 (0) 67 47/95 01 85-0,  
E-Mail: [Patrick.Koelzer@afpt.de](mailto:Patrick.Koelzer@afpt.de),  
[www.afpt.de](http://www.afpt.de)

# IVW-JUBILÄUMSKOLLOQUIUM

25 Jahre Institut für Verbundwerkstoffe in Kaiserslautern

**Am 11. und 12. Juni 2015 feiert das Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) sein 25-jähriges Jubiläum mit einem Kolloquium an der Technischen Universität Kaiserslautern. Gemeinsam mit seinen Forschungspartnern wird das IVW neueste Entwicklungen und Anwendungen im Bereich der Faserkunststoffverbunde vorstellen und Schwerpunkte in den Bereichen Werkstoffe, Design und Herstellung setzen.**



Die Teilnehmer erwarten hochkarätige Beiträge von Airbus, Airbus Helicopters, BASF, BMW, Cytec, TohoTenax und anderen wichtigen Akteuren der gesamten Composite-Wertschöpfungskette. Auch Ministerpräsidentin Malu Dreyer hat ihre Teilnahme zugesagt und wird ein Grußwort an die Teilnehmer richten. Eine Begleitausstellung wird die Erfolgsgeschichte des Instituts und seiner ausgegründeten Unternehmen illustrieren. Die Posterausstellung wird interessante Einblicke in die Forschungsarbeiten des Instituts geben und den Teilnehmern des Kolloquiums zu diesem speziellen Anlass auch die Möglichkeit bieten, eigene Beiträge zu präsentieren.

1990 als gemeinnützige Forschungseinrichtung des Landes Rheinland-Pfalz für die Erforschung und Weiterentwicklung der Anwendungen und Anwendungsmöglichkeiten von Verbundwerkstoffen gegründet, hat sich das IVW national und international als bedeutende Forschungseinrichtung im Bereich der polymeren Verbundwerkstoffe etabliert. Mit einem Stammpersonal von rund 100 Mitarbeitern stellt es außerdem einen wichtigen Wirtschaftsfaktor in der Region dar. Das internationale Forscherteam – am IVW sind Mitarbeiter aus rund 30 Nationen tätig – besteht überwiegend aus Ingenieuren, Chemikern und Physikern verschiedener Disziplinen, ergänzt durch Gastwissen-

schaftler. Die Arbeiten des IVW und seiner Mitarbeiter zur Entwicklung von Composites mit thermoplastischen und duroplastischen Kunststoffen sowie funktionsoptimierten Faser- und Partikelverstärkungen wurden mit zahlreichen Preisen ausgezeichnet. Programm des Jubiläumskolloquiums und Anmeldung: [www.ivw.uni-kl.de](http://www.ivw.uni-kl.de).

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Birgit Bittmann,**  
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH,  
Telefon +49 (0) 6 31/2 01 84 27,  
E-Mail: [birgit.bittmann@ivw.uni-kl.de](mailto:birgit.bittmann@ivw.uni-kl.de),  
[www.ivw.uni-kl.de](http://www.ivw.uni-kl.de)



Colloquium 11 - 12 June 2015  
25 Years Experience in Composites

# NEUE VERBINDUNGSVERFAHREN

## Induktionsschweißen leicht gemacht

**Induktionsschweißen ermöglicht das flächige Fügen thermoplastischer Bauteile und bietet damit eindeutige Vorteile gegenüber dem mechanischen Fügen. Es vermeidet eine Vorschädigung des Laminats beim Bohren sowie zusätzliches Gewicht durch Bolzen.**

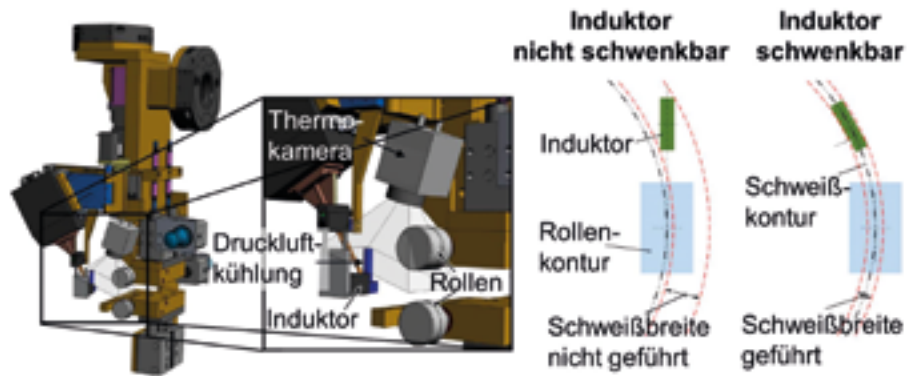
In einem gemeinsamen Projekt mit „KSL Keilmann Sondermaschinenbau GmbH“ wurde ein innovativer Induktionsschweißkopf entwickelt. Dieser verfügt über eine aktive Oberflächenkühlung, damit die Bauteiloberflächen nicht überhitzen. Über eine demontierbare Zusatzrolle können Bauteile ausrichten zu können. Der Induktor ist schwenkbar gelagert, um ihn bei gekrümmten Bauteilen ein Ausrichten des Induktors zu ermöglichen. Die Prozessregelung zur Qualitätssicherung wird über eine fest montierte Thermokamera realisiert.

Basis dieser Prozessregelung ist die über die Thermokamera gemessene Oberflächentemperatur und eine Prozesssimulation zur Berechnung der Bauteiltemperatur. Die Prozesssimulation ermöglicht die Umrechnung der optisch messbaren Oberflächentemperatur in die optisch nicht messbare Fügezonentemperatur. Dadurch lässt sich die Fügezonentemperatur indirekt regeln, um eine gleichbleibende Fügequalität zu gewährleisten. Der Endanwender erhält über eine Benutzerschnittstelle Zugang zur Prozesssimulation. Mit ihrer Hilfe lässt sich die einzustellende Oberflächentemperatur (Regeltemperatur) für beliebige Geschwindigkeiten ermitteln.

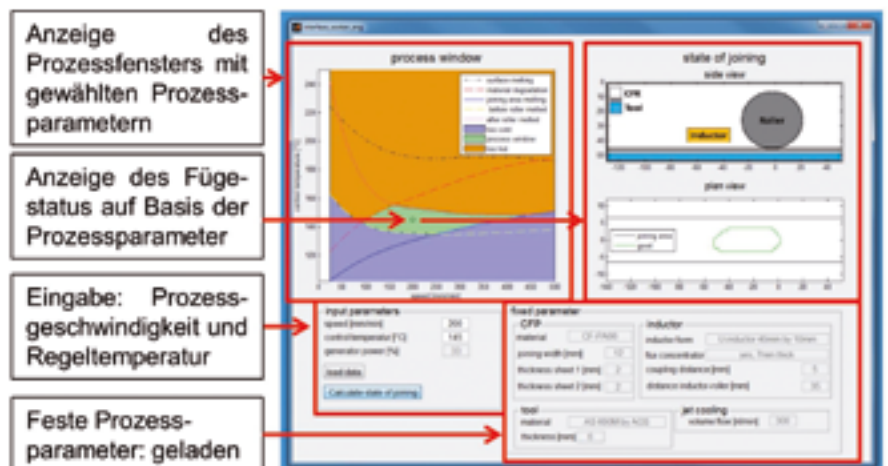
Weitere Informationen:

**Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang,**  
 Institut für Verbundwerkstoffe GmbH,  
 Kaiserslautern,  
 Telefon +49 (0) 6 31/2 01 71 03,  
 E-Mail: peter.mitschang@ivw.uni-kl.de,  
**Dipl.-Ing. Dennis Maurer,**  
 Telefon +49 (0) 6 31/2 01 72 69,  
 E-Mail: dennis.maurer@ivw.uni-kl.de,  
 www.ivw.uni-kl.de

**Robert Keilmann,**  
 KSL Keilmann Sondermaschinenbau GmbH,  
 Telefon +49 (0) 62 51/96 20-0,  
 E-Mail: rkeilmann@ksl-lorsch.de,  
 www.ksl-lorsch.de



Induktionsschweißkopf mit schwenkbarem Induktor, Druckluftkühlung und Prozessführung mittels Thermokamera



Benutzerschnittstelle zur Bestimmung der Regeltemperatur abhängig von der Fügegeschwindigkeit



Das Forschungsprojekt wurde in Zusammenarbeit mit 'KSL Keilmann Sondermaschinenbau GmbH' im Projekt „AutoIndu“ durchgeführt und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.





# „DIE TECHNOLOGIEN WERDEN WACHSEN“

Interview mit Prof. Clemens Dransfeld, Präsident CC Schweiz

**„Thermoplastic composites parts within 3 minutes: update yourself in 1 day!“ Unter diesem Titel hatte das Swiss Chapter des wissenschaftlichen Verbands SAMPE zu einer Konferenz an der ETH Zürich eingeladen. In der Agenda der internationalen Composites-Branche ist die Konferenz, die alle zwei Jahre stattfindet, inzwischen ein fest eingetragenes Datum. Und einmal mehr hatten die Veranstalter nicht zu viel versprochen. Referentinnen und Referenten aus dem In- und Ausland sorgten für ein umfassendes Update und einen spannenden Konferenztag, wie SAMPE-Vorstand Clemens Dransfeld von der FH Nordwestschweiz im Gespräch festhält.**



**? Thermoplastic composites parts in 3 Minuten. Das Motto ist nicht neu. Weshalb dieser Titel für die Konferenz?**

! Das Motto, der Slogan „Composites Parts within three minutes“ untermauert, dass wir den industriellen Durchbruch anstreben. Das heisst Serienproduktion – egal mit welcher Technologie gearbeitet wird. Unabhängig davon, ob Duromere wie Epoxidharze oder Thermoplaste im Vordergrund stehen, das Ziel ist das gleiche: Es geht um den industriellen Durchbruch.

**? Gibt es denn ein Produkt oder ein besonderes Verfahren, das eine Serienproduktion künftig zulassen wird?**

! Nein, das ist nicht der Fall. Die Technologie lebt von der Vielfalt. Oder anders gesagt, es geht darum, die Technologie auf ein spezifisches Produkt masszuschneiden. Daraus wiederum entsteht ein riesiges Portfolio an Werkstoff-Familien und Verfahrenstechniken, die alle vorangetrieben werden.

**? Es geht also letztlich nicht um die Technologie, sondern um die benötigte Anwendung?**

! Die Anwendung diktiert, welche Technologien, welches Verfahren und welche Werkstoffgruppen am besten geeignet sind.

**? Vieles ist bekannt. Man kennt die Werkstoffgruppen, die Technologien und Verfahren und so weiter. Was fehlt denn noch?**

! Die Geschichte des Werkstoffes ist über 40 Jahre alt. Man weiß sehr viel. Die wesentlichen Fragen drehen sich jetzt um die Herstellverfahren. Nehmen wir als Beispiele den Aluminium-Guss, die Blech-Umformung oder den Kunststoff-Spritzguss. Viele Materialtechnologien haben Verfahren entwickelt, die es erlauben, in großen Stückzahlen kostengünstig Bauteile herzustellen. Bei den Composite-Technologien ist das Puzzle fast komplett. Die große Lücke klafft noch wo, es darum geht Verfahren für große Serien zu finden.

**? Bei der Konferenz in Zürich schien aber schon klar zu werden, in welche Richtung es läuft. Ist zum Beispiel bei Fokker Aerostructures der Durchbruch da?**

! Wie sieht so ein Durchbruch aus? Die Welt ist morgen nicht anders. Aber es heißt schon, dass es immer mehr erfolgreiche Nischen gibt, die kontinuierlich wachsen. Das zeigt gerade auch das Beispiel Fokker.

**? Die Konferenz zeigte, wie viele Verfahren, wie viele technische Möglichkeiten es heute gibt. Nur, wie soll sich der Kunde bei all diesen Optionen überhaupt noch zurecht finden?**

! Das ist tatsächlich nicht einfach.

**? Was nehmen Sie selbst aus der Konferenz mit?**

! In allen Bereichen der Wertschöpfungskette ist viel passiert. Die Hochleistungs-Thermoplast-Composites sind längst aus ihrer einstigen Exotennische herausgewachsen. Die Technologien werden erwachsen. Für mich also eine runde schöne Geschichte, die Lust macht, sich noch mehr damit zu beschäftigen.

**? In der Vergangenheit war viel die Rede von den Duroplasten, die sich mittels herkömmlicher Verfahren bearbeiten lassen. Jetzt attestieren Fachleute auch den Thermoplasten einen Durchbruch als großseriengereignetes Material. Teilen Sie diese Auffassung?**

! Thermoplasten sind für ein Upscaling viel besser geeignet. Bei Duroplasten wird mit reaktiven Substanzen gearbeitet, d.h. es braucht Chemie in der Fabrik, was mehr Schritte und Infrastruktur wie etwa Tiefkühlager mit sich bringt. Dagegen lassen sich Thermoplaste einfach lagern und bearbeiten. Das ergibt eine ganz andere, einfachere Produktionslogistik.

**? Wie sieht es denn mit den Temperaturanforderungen aus? Thermoplasten schmelzen rasch.**

! Die maximale Einsatztemperatur von Aluminium ist auch vergleichsweise niedrig. Es gibt überall Einsatzgrenzen und die Anforderungen sind natürlich in der Luft- und Raumfahrt am höchsten.

**? Abschließend die Frage, inwieweit der sehr stark gefallene Erdölpreis die Entwicklung hochwertiger Verbundwerkstoffe verlangsamen kann?**

! Composites sind ein wertvolles Element in der Energiestrategie des Bundes, die von knappen und teurer werdenden Ressourcen ausgeht. Im Moment denkt der Gesetzgeber langfristig, was sich in der Schweiz etwa darin zeigt, dass in die Entwicklung von Composites-Technologie investiert wird. Ein Beispiel dafür ist die Gründung der sieben SCCER (Swiss Competence Centers for Energy Reserach). Eines davon befasst sich ausschliesslich mit Mobilität und ist an den Composite-Themen ganz nah dran.

Die Fragen stellte Christian Huggenberg



## STUDENTEN ENTWICKELN FUTURISTISCHES TANDEM

Es fehlt der Schritt zur angewandten Forschung

**Ein knappes Jahr lang arbeiteten angehende Maschinenbauingenieure der ETH Zürich an einem futuristischen Tandem. Dies mit kräftiger Unterstützung von zahlreichen Unternehmen. Es hat sich gelohnt: Die Studenten überboten mit ihrem Fahrzeug „ciao“ den Stundenweltrekord um fast 10 km. Das war im Sommer 2013. Was ist daraus geworden und was hat es den Studenten sowie den Unternehmen aus der Schweizer Composites-Branche gebracht, die damals am Projekt beteiligt waren?**

„Am Anfang hatten wir Papier und ein paar Stifte. Zehn Monate später fuhren wir einen Weltrekord“, erzählt Lukas Moy, einer der drei Initianten von „ciao“, einem futuristischen Tandem, das von neun Studenten an der ETH entwickelt wurde. Ziel des ETH-Fokusprojekts war es, den Stundenweltrekord aus dem Jahr 1980 zu schlagen. Tatsächlich überbot das Team die Bestmarke von damals um fast 10 km und fuhr in einer Stunde über 83 km weit. „Die Idee, ein effizientes Fahrzeug zu bauen, kam zwei meiner Mitstudenten auf einer Fahrradtour durch Frankreich, als sie gegen den Mistral ankämpften“, erzählt Moy. Zu dritt entwickelten sie die Idee weiter und gingen danach zu Paolo Ermanni, Professor für adaptive Strukturen und Verbundwerkstoffe an der ETH Zürich. Ermanni und sein Institut erklärten sich bereit, die Idee zu unterstützen. Auch stellte der Professor den jungen Studenten zwei Doktoranden zur Seite, die bei der Planung und Umsetzung des Projekts mithelfen sollten. „Die Studenten haben enorm viel geleistet“, erzählt Mario

Danzi, einer der beiden Projektcoaches. Dabei ging es nicht nur darum, ein Fahrzeug zu bauen. Es mussten Sponsoren und Industriepartner gesucht werden sowie die Budget- und Projektplanung aufgegleist und vorangetrieben werden. Schließlich beteiligten sich über 40 Unternehmen, Organisationen und auch Einzelpersonen als Sponsoren und Helfer mit Sachleistungen am Projekt. Darunter Firmen, die beratend zur Seite standen, Kosten für Drucksachen übernahmen oder sich an der Sportausrüstung beteiligten. Einen entscheidenden Beitrag leisteten Firmen aus der Composites-Branche. Sie ermöglichten es, das superleichte Fahrzeug aus Faserverbundwerkstoff überhaupt zu bauen. Das Resultat war ein hocheffizientes Gefährt, das nicht mehr viel mit einem herkömmlichen Tandem zu tun hat: Die beiden Fahrer liegen waagrecht übereinander und das 4 m lange Fahrzeug hat eine Außenform, die aerodynamisch auf das Optimum getrimmt ist, sodass Spitzengeschwindigkeiten von annähernd 100 km/h möglich sind.

Timothy Habermacher, einer der beiden damaligen Initianten, hat inzwischen sein eigenes Startup gegründet. Seine Firma Radiate Engineering & Design GmbH bietet demnächst unter dem Namen OOCYCLE den leichtesten Laufradsatz für Rennfahräder mit Scheibenbremsen an, welcher komplett aus Carbon gefertigt ist. „Ein Radsatz wiegt weniger als ein Kilo“, erklärt Habermacher. Der Jungunternehmer konnte für die Produktion die Firma HS Composite GmbH aus Horw bei Luzern gewinnen. HS Composite ist spezialisiert auf die Herstellung von Composites und war schon beim Tandem-Projekt mit dabei. Geschäftsleiter Markus Huser freut sich über die Weiterentwicklung und Zusammenarbeit. Die Firma beteiligt sich regelmäßig an Projekten von Hochschulen. „Die Studenten können etwas lernen, was gut ist“, meint Huser. Allerdings sei der Aufwand oft doch sehr hoch. Er findet, es müsste eine Form der Unterstützung geben für Unternehmen, die mit Studenten zusammenarbeiten. Zum Beispiel einen Fonds für Praktika.

Ebenso beteiligt am Tandem-Projekt „cieo“ war die Firma CNC Dynamix AG in Büren im Kanton Luzern. Er habe sich an dem Projekt beteiligt, da sein Unternehmen keine eigenen Lehrlinge ausbilde, erklärt Inhaber Ruedi Weber. Dennoch möchte er einen Betrag leisten zur Ausbildung junge Leute. „Es fasziniert mich, was die Jungen machen“, sagt er. Seine Firma übernahm für das Projekt „cieo“ die Fräsarbeiten, erst für das Windkanalmodell und anschließend für die Originalform. Interessant seien komplexe Bauteile, das habe ihm und seinen Mitarbeitenden am Projekt „cieo“ gefallen. In der Herstellung konnten die Studenten auf die große Erfahrung der Firmenmitarbeiter zurückgreifen. CNC Dynamix ist spezialisiert auf 3- und 5-achsiges Fräsen von meist mittel bis sehr großen Bauteilen für die Luftfahrtindustrie und den Automobilrennsport. Ein weiteres Unternehmen, das Studenten regelmäßig unterstützt und auch bei „cieo“ mit-

machte, ist Ruag Aviation. „Studenten müssen lernen, wie man es macht“, unterstreicht Jürg Wildi, Forschungschef von Ruag Aviation. Das ginge am besten in der Praxis, weshalb es wichtig sei, dass Studenten und Lernende von Unternehmenseite her unterstützt werden. Umgekehrt habe die Zusammenarbeit auch Vorteile für die Unternehmen, indem diese potenzielle künftige Fachkräfte kennenlernen oder auch von neuem Wissen profitieren. Wichtig sei allerdings, so Wildi, der selbst auch als Dozent an der ETH tätig ist, „dass Studenten die Unterstützung für ihre Projekte selbst organisieren.“

Alle befragten Unternehmen erinnern sich gut und gern an das Tandem-Projekt mit den Maschinenbauingenieuren der ETH. Auch sind sie sich mit den Studenten einig, dass es genügend Möglichkeiten gibt, beim Studium und für Forschungszwecke Projektunterstützung zu bekommen. Anders sieht es aus, wenn es sich um längerfristige Projekte handelt, es



um Produktentwicklung geht. Da fehlt in der Schweiz der Schritt zur angewandten Forschung bis heute noch weitgehend.

Weiterführende Informationen unter [www.cieo.ch](http://www.cieo.ch), [www.oocycle.com](http://www.oocycle.com) und [www.structures.ethz.ch](http://www.structures.ethz.ch)

## 7. TECHNOLOGIE-KONFERENZ

### Swiss SAMPE Chapter und CC Schweiz an der ETH Zürich

Alle zwei Jahre findet an der ETH Zürich eine Konferenz zur Entwicklung und den industriellen Möglichkeiten von Verbundwerkstoffen statt. Auf der diesjährigen Konferenz ging es um neue Möglichkeiten der industriellen Nutzung von thermoplastischen Composites und deren Potenzial für große Serienproduktionen. Zur Konferenz eingeladen hatten das Swiss SAMPE Chapter, Carbon Composite Schweiz und SCCER Mobility, ein national angelegtes Hochschulprojekt unter der Leitung der ETH Zürich. Gregor Peikert, Präsident des Swiss SAMPE Chapter, und Gastgeber Professor Paolo Ermani von der ETH Zürich eröffneten die Konferenz mit über 70 Teilnehmerinnen und Teilnehmern. Geleitet und moderiert wurde die Konferenz von Stève Mérillat, Geschäftsführer von CC Schweiz, der gleich zu Beginn der Veranstaltung Arnt Offringa, Präsident von SAMPE Europe ankündigen konnte. Als R&D-Verantwortlicher für Aerostructures beim Luftfahrtunternehmen Fokker wies Offringa in seinem Keynote-Referat gleich auf mehrere neue Prozessverfahren hin, mit denen thermoplastische Composi-



Bild: ETH Zürich

tes heute rasch in ganze Bauteile umformbar sind. Als Beispiel nannte er Tragflächen und Höhenruder des neuen Gulfstream-Jets sowie die Seitenruder eines neuen Agusta Helikopters. Generell ging es in der eintägigen Veranstaltung um eine ganze Reihe neuer Herstellprozesse, die Serienproduktion von thermoplastischen Composites in Zukunft möglich machen, darunter verschiedene Formen der Schweissttechnik (welding).

Der vermehrte Einsatz dieser neuen Techniken wird der Industrie auch hohe Kostenvorteile bringen, wie etwa Irene Fernandez Villegas, Dozentin an der TU Delft, in ihrem Referat ausführte. Zum Abschluss der Konferenz wählte eine Jury mit Jascha Schmied (ETH) und André Keller (FHNW) gleich zwei Masterstudenten aus, welche die Schweiz an der SAMPE-Europe Conference 2015 in Frankreich vertreten werden.

# EIN STARKER VERBUND

## Mitglieder von CC Schweiz im Porträt

### DOTTIKON EXCLUSIVE SYNTHESIS AG



DOTTIKON EXCLUSIVE SYNTHESIS AG ist auf sicherheitskritische chemische Reaktionen, Hochdruck- und Tieftemperaturchemie sowie kontinuierliche Prozesse spezialisiert. Zu den Endmärkten gehören Chemie-, Pharma- und andere Industriebereiche. Für den Composite-Bereich werden eigene Substanzklassen entwickelt, beispielsweise zur Oberflächenfunktionalisierung von Fasern und anderen Werkstoffen sowie zur Anbindung von Fasern an die Polymermatrix und zur Vernetzung/Härtung von Epoxidharzen.

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

### Hightech Zentrum Aargau AG



Die Hightech Zentrum Aargau AG bildet den Mittelpunkt der 2012 verabschiedeten Strategie Hightech Aargau. Sie steht innovativen KMU mit Rat und Tat zur Seite, öffnet Türen zu Industrie und Wissenschaft und macht den Weg zu den besten verfügbaren Technologien frei. Von der Analyse über die Lösungssuche bis hin zur konkreten Umsetzung denkt und handelt das Hightech Zentrum partnerschaftlich. Schwerpunktthemen sind Nanotechnologie, Energietechnologie und generelle Innovationsberatung.

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

### KRELUS AG



Die KRELUS AG wurde 1975 gegründet und produziert spezielle Lösungen im Infrarotbereich. Die IR-Strahler werden in verschiedenen Ausführungen und Größen hergestellt. Sie erlauben die optimale Nutzung der IR-Energie und weisen wenig Wärmeverlust auf. Die Produkte von KRELUS finden u.a. Anwendung in den Bereichen Automotive, Thermoformen und Vortrocknung und werden bei Anlagen für die Kunststoffverarbeitung, für Composites, Prozesswärme oder Beschichtung eingesetzt.

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

### RUAG Schweiz AG



Die RUAG ist ein internationaler Technologiekonzern für Luft- und Raumfahrt sowie Sicherheits- und Wehrtechnik. Sie ist das Kompetenzzentrum für den zivilen und militärischen Flugzeugunterhalt, für Upgrade-Programme sowie für die Entwicklung und Integration von (Sub-)Systemen. Die RUAG ist zudem eine führende Zulieferin von Produkten für die Raumfahrt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Wartung und Aufrüstung von schweren Waffensystemen sowie in der Entwicklung und Herstellung von ballistischen Schutzlösungen.

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

### Suprem SA



Suprem SA betreibt Verfahren zur Herstellung von Halbzeugen aus hochwertigen Verbundwerkstoffen mit thermoplastischen Polymeren. Das Unternehmen mit Sitz in Yverdon ist auf die Herstellung von Spezialprodukten fokussiert, wie sie unter anderem in der Medizinaltechnik, der Ölindustrie und in Elektromotoren eingesetzt werden. Ferner stellt Suprem Werkstoffe für Dichtungen und Rotoren her, welche in der Haustechnik wie auch in der Pumpenindustrie verwendet werden.

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

### Topocrom GmbH



Topocrom GmbH hat sich auf die Beschichtung von Carbonfaser führenden Oberflächen spezialisiert. Die Schichten tragen zur Verbesserung der Prozesssicherheit bei, Filamentbrüche und Verspleißungen bei der Carbonfaserverarbeitung werden signifikant reduziert. Die Herstellung erfolgt in geschlossenen Reaktoren umweltgerecht und mit hoher Reproduzierbarkeit. Das Unternehmen beliefert vornehmlich die Maschinen- und Automobilindustrie, Stahlwerke und Verarbeitungsbetriebe.

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



## Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Mitglieder,

2015 wird für die Abteilung Ceramic Composites im CCeV spannende Ereignisse bringen, die eine erfolgreiche Weiterentwicklung versprechen.

Von den vielen Aktivitäten sind besonders zu erwähnen:

- die Organisation einer Vortragsreihe „Faserverstärkte Verbundkeramiken“ im Rahmen des Automotiv Forums des CCeV
- die Beteiligung der Abteilung an der Hannovermesse 2015 im Rahmen des Gemeinschaftsstandes des CCeV
- der Beitrag vieler Mitglieder zum DKG-Symposium Verbundwerkstoffe in Bayreuth vom 16. bis 18. März 2015
- die wesentliche Mitgestaltung des 20. Symposiums Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde in Wien vom 1. bis 3. Juli
- die Beiträge der Abteilung an der DGM Werkstoffwoche 2015“ in Dresden
- die Teilnahme von Vertretern unserer Mitgliedsfirmen und -institute an internationalen Fachtagungen in Nordamerika und Asien
- die vorwettbewerbliche Zusammenarbeit in den Arbeitsgruppen „Herstellung“, „Werkstoffe“, „Evaluation“, „Bearbeitung“ und „Normung“
- die Initiierung einer weiteren Marktstudie zum Thema CMCs für die Chemietechnik



Die rege Beteiligung an nationalen und internationalen Fachveranstaltungen unterstreicht die Bedeutung der Arbeiten in unseren Mitgliedsfirmen und -instituten. Um den Anschluss an den internationalen Stand der Technik zu erhalten sind aber weiterhin große Anstrengungen erforderlich.

Alle oben genannten Aktivitäten sind daher darauf ausgerichtet, den technisch-wissenschaftlichen Kenntnisstand in Deutschland zu fördern, die vorwettbewerbliche und interdisziplinäre Zusammenarbeit zu stärken und die Vernetzung der Fachleute aus den Industrieunternehmen, den Forschungsinstituten und der interessierten Fachöffentlichkeit zu intensivieren. Außerdem ist es wichtig, den Forschungsbedarf auf dem Gebiet der Verbundwerkstoffe mit keramischer Matrix zu beschreiben, um in der Folge öffentliche Gemeinschaftsforschungsprojekte zu initiieren und durchzuführen.

Eine besondere Rolle kommt dabei unseren Arbeitsgruppen zu. Um deren Zielsetzung zu stärken und eine Orientierung für die Arbeit zu geben, wurde ein vorläufiger „Leitfaden für Arbeitsgruppen der Abteilung Ceramic Composites im CCeV“ erstellt, der auf der nächsten Mitgliederversammlung im Mai 2015 vorgestellt und verabschiedet werden soll.

Ergänzend zur Roadmap „Ceramic Composites 2050“ wurde im Jahr 2014 eine Marktstudie zum Thema „CMCs für die Wärmetechnik“ durchgeführt und der Mitgliederversammlung im Mai 2014 vorgestellt. Im September 2014 wurde die Studie bei einer viel besuchten Diskussionsveranstaltung noch einmal eingehend bewertet. Die Studie wurde allen Mitgliedsfirmen zur Verfügung gestellt.

Zur weiteren Einschätzung der Marktentwicklung wurde Anfang des Jahres 2015 eine weitere Marktstudie herangezogen, die den näheren Zeitraum bis 2018 umfasst. Sie steht den Mitgliedern ebenfalls zur Verfügung und kann bei Bedarf in Auszügen bereitgestellt werden.

Für 2015 ist die Erhebung einer weiteren eigenen Marktstudie geplant, diesmal zum Thema „CMCs für die Chemieindustrie“.

Die Abteilung Ceramic Composites im CCeV bemüht sich stets über die oben beschriebenen Aktivitäten hinaus, das Angebotsspektrum für seine Mitglieder zu erweitern. Selbstverständlich müssen dabei die Aspekte der Vorwettbewerblichkeit streng beachtet werden. Die Zusammenarbeit im Vorstand, in den Arbeitsgruppen und mit dem Gesamtverein ist darauf ausgerichtet. Die Abteilung ist aber auch auf Anregungen und Bedarfsmeldungen aus den Reihen aller Mitglieder angewiesen. Der beste Weg ist dabei sicher die unmittelbare Mitwirkung in den Arbeitsgruppen und die Beteiligung an der Mitgliederversammlung. Aber auch für Einzelhinweise bin ich sehr dankbar.

In diesem Sinne freue ich mich auch dieses Jahr auf die intensive Zusammenarbeit mit den Mitgliedern, dem Abteilungsvorstand, dem gesamten Carbon Composites e.V. und mit der interessierten Fachöffentlichkeit.

Ihnen allen wünsche ich viel Erfolg.

**Dr. Henri Cohrt,**

Abteilungsgeschäftsführer,  
Ceramic Composites im CCeV

# ENDKONTURNAHE 3D-PREFORMEN AUS KOHLENSTOFF-KURZFASERBÜNDELN FÜR CMC

Einsatz additiv gefertigter Kurzfaserverpreformen soll Composite-Herstellung wirtschaftlicher machen

Im Rahmen des IGF-Projektes 18001 BG entwickelt die Universität Bayreuth in Kooperation mit der Technischen Universität Dresden technologische Lösungen zur Herstellung faserverstärkter Verbundkeramiken auf der Basis endkonturnaher Kurzfaserverpreformen mit anforderungsgerechter Faserorientierung und komplexer dreidimensionaler Geometrie. Durch die Weiterentwicklung der Preformtechnologie soll der Automatisierungsgrad bei der Verbundkeramikfertigung erhöht und die Wirtschaftlichkeit des Herstellungsprozesses von Composites verbessert werden.

Die Eröffnung neuer Einsatzgebiete für kurzfaserverstärkte Verbundkeramiken z.B. in der Energietechnik, dem Automobilbau sowie der Luft- und Raumfahrt erfordert eine endkonturnahe und verschnittfreie Herstellung von komplex geformten Faserkeramik-Bauteilen. Um entsprechende Verbundkeramiken wirtschaftlich realisieren zu können, werden innovative Kurzfaserverpreformen benötigt. Eine gezielte Orientierung der Kurzfasern innerhalb der Preformen gewährleistet, dass die auf Fasergerüsten basierenden keramischen Verbundwerkstoffe auch hohen mechanischen Anforderungen standhalten.

Zur Fertigung von Kurzfaserverpreformen aus Kohlenstofffasern wird am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden ein additives Fertigungsverfahren basierend auf dem Net-Shape-Nonwoven-Verfahren entwickelt (Abb. 1). Angestrebt wird die vollautomatisierte Produktion von Kohlenstofffasergerüsten mit zweidimensionaler (Abb. 2) oder dreidimensionaler Geometrie ohne zusätzliche Konfektionierungsschritte. Dazu muss das bisherige für polymere Monofilamente entwickelte Net-Shape-Nonwoven-Verfahren dahingehend angepasst werden, dass auch Faserbündel aus mehreren tausend spröden Einzelfasern verarbeitet werden können.

Als optionaler Schritt vor der Preformfertigung ist eine Faserbündelinfiltration oder Faserbeschichtung zur Einstellung einer moderaten Anbindung zwischen Matrix und Faser (Abb. 3) und zum Faserschutz vorgesehen. Die Faserbündel werden dazu kontinuierlich durch ein Tränkbad geleitet, thermisch behandelt und in Kurzfaserbündel-Sticks geschnitten, welche zum Aufbau der 3D-Preformen verwendet werden. Die Beschichtungslösungen sowie die Beschichtungs- bzw. Infiltrationsparameter werden am Lehrstuhl Keramische Werkstoffe der Universität Bayreuth entwickelt und anschließend zur TU Dres-

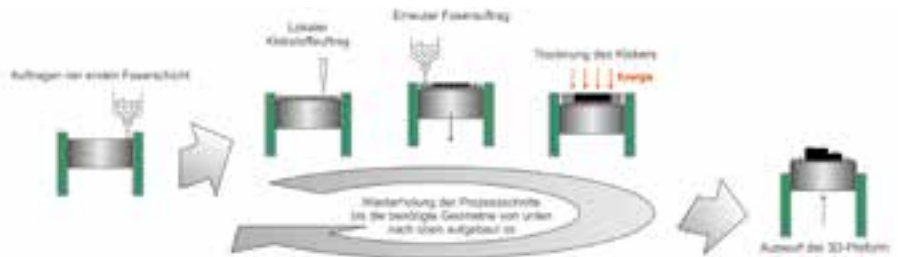


Abb. 1: Prinzipskizze des additiven Fertigungsverfahrens zur Produktion endkonturnaher, dreidimensionaler Kurzfaserverpreformen basierend auf dem Net-Shape-Nonwoven-Verfahren der TU Dresden

den transferiert. Die Verarbeitung der additiv aufgebauten Preformen zu Vorkörpern aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) sowie die Keramisierung der CFK-Vorkörper im Flüssigsilizierverfahren erfolgen ebenfalls am Lehrstuhl Keramische Werkstoffe in Bayreuth. Durch den Einsatz von Kurzfaserverpreformen aus imprägnierten oder beschichteten Faserbündeln sollen so bruchzähe und schadenstolerante Verbundkeramiken für Hochtemperatur-Anwendungen erzeugt werden.

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

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Nicole Fleischmann,**  
**Prof. Dr.-Ing. Walter Krenkel,**  
Lehrstuhl Keramische Werkstoffe,  
Universität Bayreuth,  
Telefon +49 (0) 9 21/ 55-55 30,  
E-Mail: nicole.fleischmann@uni-bayreuth.de,  
www.cme-keramik.uni-bayreuth.de  
**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Daniel Weise,**  
Institut für Textilmaschinen und  
Textile Hochleistungswerkstofftechnik,  
Technische Universität Dresden,  
Telefon +49 (0) 3 51/ 4 63-34693,  
E-Mail: daniel.weise@tu-dresden.de,  
www.tu-dresden.de/mw/itm

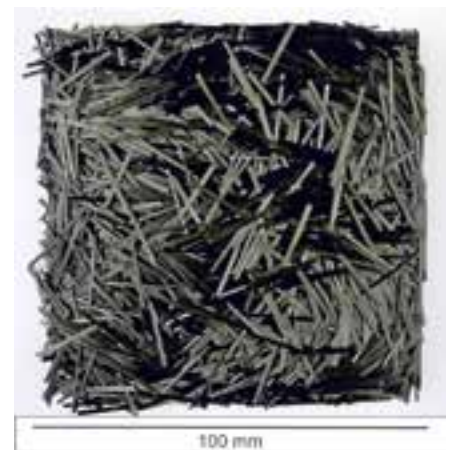


Abb. 2: plattenförmige Kurzfaserverpreform aus Kohlenstofffasern

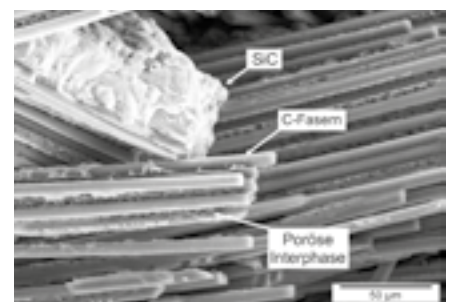
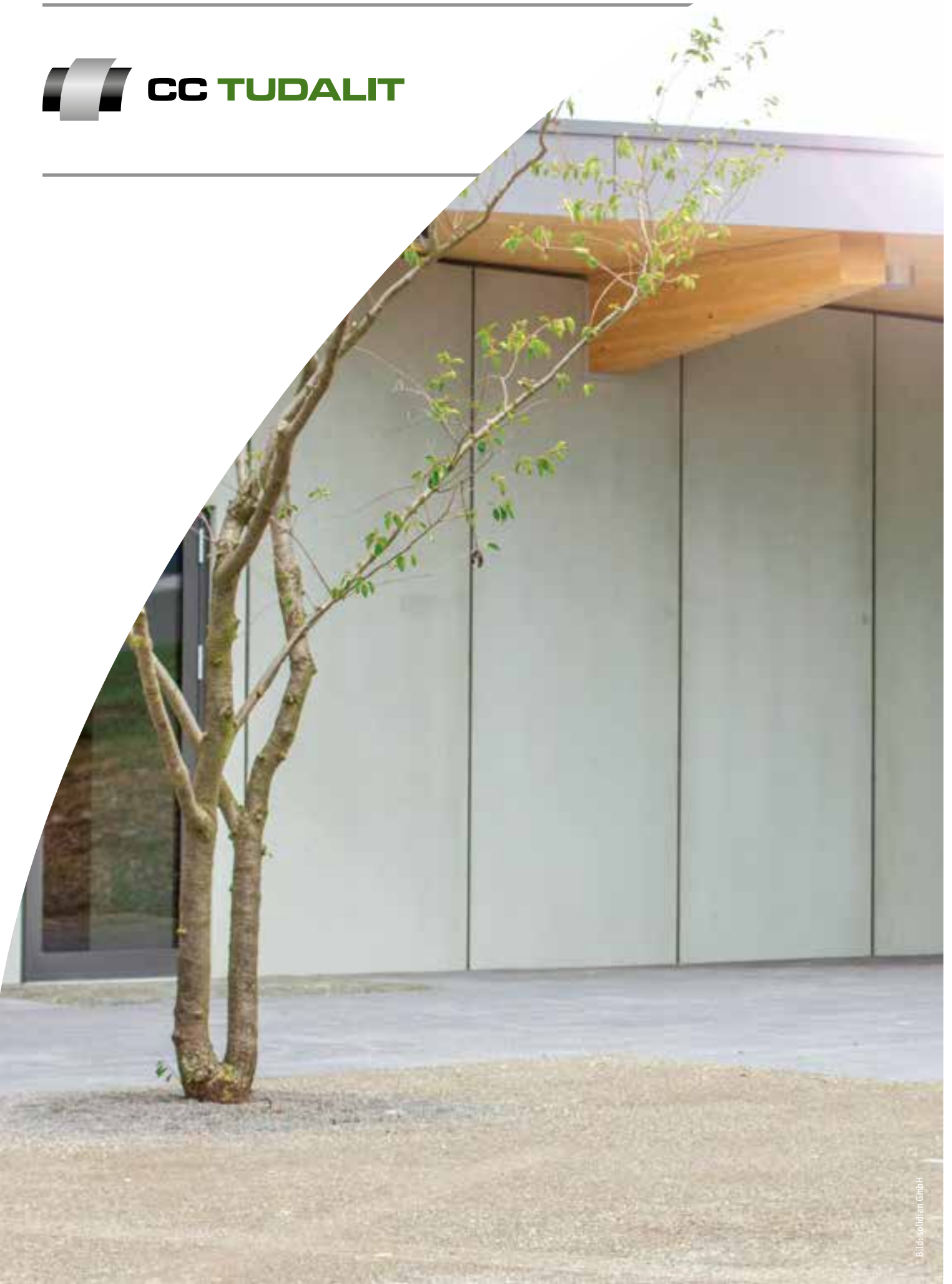


Abb. 3: REM-Aufnahme der Bruchfläche eines im Flüssigsilizierverfahren hergestellten C/C-SiC-Werkstoffes mit poröser Grenzschicht









Großen Zulauf erwartet auch die 7. Anwendertagung des TUDALIT e.V. in Dresden.

## 7. ANWENDERTAGUNG TEXTILBETON

Am 22. und 23. September 2015 treffen sich Fachleute in Dresden

**Mit der Anwendertagung Textilbeton hat der Verband der Qualitätsmarke TUDALIT® ein Veranstaltungsformat ins Leben gerufen, das seit 2009 alljährlich die Fachwelt des immer noch neuen Baustoffes Textilbeton zusammenführt.**

Bei den ersten Tagungen ging es vor allem darum, die Teilnehmer in einem gemeinsamen Forum sowohl über die Forschungsergebnisse der beiden DFG-Sonderforschungsbereiche SFB 528 (Dresden) und SFB 532 (Aachen) als auch über die ersten Erfahrungen aus Praxisanwendungen zu informieren – seien es Projekte über Zustimmung im Einzelfall oder auch die erste allgemeine bauaufsichtliche Zulassung einer textilbewehrten Fassadenplatte. Die meisten Anwendungen basierten damals auf der Verwendung textiler Bewehrungsgitter aus AR-Glasfaserrovings, die auch der Erforschung der physikalisch-technischen Grundlagen des neuen Verbundbaustoffes in den ersten beiden Förderperioden der SFB dienten. Es zeichnete sich aber bereits bei der ersten Anwendertagung deutlich ab, dass mit textilen Carbonfaserbewehrungen – insbesondere den sogenannten Heavy-Tows – weitaus anspruchsvollere baukonstruktive Aufgaben im Betonbau der Zukunft gelöst werden können. Die erste Etappe zu einer eigenständigen Tagung fand im September 2011 in Berlin mit dem „6. Kolloquium zu textilbewehrten Tragwerken“ der beiden SFB einen besonders festlichen Abschluss, konnten doch das an sich schon seltene Ereignis einer koordinierten Grundlagenforschung an den beiden Universitätsstandorten Dresden und Aachen und eine mehrjährige Industriebegleitung durch Unternehmen des gesamten Wertschöpfungs-

Netzwerkes mit ersten Transfererfolgen gemeinsam gewürdigt werden. Zweifelsfrei ist die Entwicklung der Tagung bis heute vor allem ein Verdienst der Mitglieder des TUDALIT e.V. Sie stellten stets einen Großteil der Referenten und nutzten die Tagung für die Mitarbeiter ihrer Unternehmen und Institute auch als wichtigen Ort zum aktuellen Erfahrungsaustausch. Hinzu kommt, dass die interne Mitgliederversammlung am Rande der Veranstaltung bisher immer auch ein Arbeitstreffen war, um die nächsten Schritte zur Erlangung der im Juni letzten Jahres erteilten AbZ zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT® und deren Umsetzung war. Das soll, mit dem Ziel weitere TUDALIT-Zulassungen zu erwirken, auch in Zukunft so bleiben.

Seit 2012 wird die Tagung durch die Zusammenarbeit mit dem Carbon Composites e.V. (CCeV) bereichert. Die fachliche Klammer – der Einsatz von Carbonfasern – zeigt trotz der gravierenden Unterschiede in den verwendeten Matrices bei Faserverbundkunststoffen und Faserverbund-Betonsystemen, den Unterschieden in den Faservolumengehalten und den abweichenden Verbund- und Versagensmechanismen große Schnittmengen in Theorie und Praxis. In der durch den TUDALIT e.V. und den CCeV getragenen gemeinsamen Fachabteilung CC TUDALIT sollen die offenen Fragestellungen diskutiert und u.a. auch in den Anwendertagungen referiert werden.

Das im letzten Jahr mit der SGL Group und der TU Berlin initiierte Visionsforum „Bauen mit Carbon“ hat neben einer Gesamtschau zu Erfahrungen und Hemmnissen auch die Zukunftspotenziale gezeigt: Carbonbewehrungen im Betonbau werden als Carbon Concrete Composite-Großprojekt die Entwicklungsarbeiten und Anwendungsfelder in den nächsten Jahren zunehmend bestimmen. Deshalb bereiten das Projektmanagement von C3 und die Fachabteilung CC TUDALIT die 7. Anwendertagung gemeinsam vor und präsentieren so ein Interessen-Netzwerk von weit über 100 Unternehmen, Hochschulen, F/E-Einrichtungen und Verbänden Deutschlands.

Schwerpunkte der Tagung werden sein:

- Aktuelle Beiträge zu bautechnischen Anwendungen und neuartigen Bauteilen mit Textilbeton,
- Informationen zu laufenden Entwicklungen bei den TUDALIT-Mitgliedsunternehmen und -instituten,
- erste Ergebnisse aus der Bearbeitung des Großprojekts C3,
- Open Innovation: Beiträge mit Zukunftspotenzial für neues Bauen aus anderen Fachgebieten,
- ausgewählte Forschungsergebnisse.

Der jeweilige Stand der Tagungsvorbereitung und des konkreten Programms stehen ab April 2015 auf der Webseite des TUDALIT e.V. [www.tudalit.de](http://www.tudalit.de)

## Erste Textilbeton-Weiterbildung in Dresden

**Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) hat im Juni 2014 die erste bauaufsichtliche Zulassung für Textilbeton erteilt. Der neuartige Baustoff der Qualitätsmarke TUDALIT ist damit erstmalig zur breiten allgemeinen Anwendung freigegeben.**

Die DIBt-Zulassung ermöglicht es, TUDALIT-Textilbeton im Innenbereich gezielt anzuwenden. Der Baustoff erlaubt extrem schlanke Verstärkungen im Betonbau und lässt sich bei schwierigen räumlichen Verhältnissen sowie zur Sanierung von denkmalgeschützten Bauwerken einsetzen, was Bauingenieuren und Architekten revolutionäre Möglichkeiten bei der Verstärkung und Instandsetzung von Stahlbetonbauwerken eröffnet.

Aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen, die der TUDALIT e.V. an Textilbeton stellt, sind Qualifizierungen für den neuen Baustoff zwingend erforderlich. Dies ist in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung festgeschrieben. Daher muss jedes Unternehmen, das Verstärkungsarbeiten mit textildbewehrtem Beton der Qualitätsmarke TUDALIT ausführt, seine Qualifikationen in Form eines Eignungsnachweises für Textilbetonverstärkungen nachweisen. Die Eignungsnachweise werden im ersten Jahr durch die TUDAG (Inhaber der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung) erteilt. Dadurch wird gewährleistet, dass nur ausgebildete und geschul-

te, erfahrene Unternehmen den Textilbeton anwenden und verarbeiten dürfen. Das sorgt für eine gleichbleibend gute Qualität des Textilbetons.

Die festgeschriebenen Qualifikationsanforderungen konnten durch eine zweitägige Schulung bei EIPOS in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum Textilbeton, dem Otto-Mohr-Laboratorium der TU Dresden und dem TUDALIT e.V. vermittelt werden. Am 6. und 7. Oktober 2014 fand das Praxisseminar zur Befähigung des Baustellenfachpersonals und der Führungskräfte erstmals statt. Über 25 Betonprofis aus ganz Deutschland erlernten das erforderliche Know-how sowohl in der Theorie als auch bei der Verarbeitung und Anwendung am praktischen Beispiel. Die theoretischen Kenntnisse wurden durch einen Test am Ende des ersten Seminartages geprüft. Beim praktischen Teil, der am Folgetag stattfand, lernten die Schulungsteilnehmer (Baustellenfachpersonal) den sensiblen Umgang mit dem neuen Baustoff textildbewehrter Beton. Dabei wurde das Verstärken anhand von acht mit Textilbeton über Kopf zu verstärkenden Stahlbe-

tonplatten praktiziert und ausgeführt. Durch die Teamarbeit und den Teamgeist während der Verstärkungsarbeiten kam es zu regem Erfahrungsaustausch zwischen den Teilnehmern der verschiedenen Bauunternehmen. Die Praxiszertifikate wurden erst ausgestellt, nachdem die mit vier Lagen Carbonbewehrung mit insgesamt 15 mm Schichtdicke verstärkten Platten nach 28 Tagen die geforderten Prüfmindestwerte erfüllten. In der Konzeption dieser Weiterbildung ist die Verbindung von Theorie und Praxis sehr wichtig.

Das Interesse an dieser zukunftsweisenden Alternative zum Stahlbeton war so groß, dass ein zweiter Termin im März 2015 geplant ist.

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Ammar Al-Jamous,**  
Geschäftsführer

Deutsches Zentrum Textilbeton,  
Abteilungsgeschäftsführer CC TUDALIT,  
Dresden,  
Telefon +49 (0) 3 51 / 4 04 70-400,  
E-Mail: [aj@textilbetonzentrum.de](mailto:aj@textilbetonzentrum.de),  
[www.textilbetonzentrum.de](http://www.textilbetonzentrum.de)



Baustellenfachpersonal bei der Verstärkung einer 4 m langen Stahlbetonplatte.

# „SCHIEFERERLEBNIS“

## Epoxidharzgetränkte Carbonbewehrung für großformatige Fassadenplatten auf der schwäbischen Alb

**Die Vorteile bei der Carbonbetonbauweise liegen unter anderem darin, dass die Carbonbewehrung nicht korrodiert und somit die bei der Stahlbetonbauweise geforderten Betondeckungen erheblich reduziert werden können.**

Ein Anwendungsbeispiel ist die Vorhangfassade aus Textilbeton, die im Schiefer-Erlebnis-Park in Dormettingen an einem Restaurantgebäude angebracht wurde (Abb. 1). Die Parklandschaft „Schiefer-Erlebnis“ ist ein Gemeinschaftsprojekt der Holcim (Süddeutschland) GmbH und der Gemeinde Dormettingen. 2009 startete das Projekt zur Harmonisierung des Landschaftsbildes und zur Renaturierung der ehemaligen Abbauflächen des Ölschiefer-Steinbruchs. Entstanden ist ein Landschaftspark, der Interaktion, Unterhaltung und Naturerlebnis vereint.

Die einzelnen Fassadenplatten des Restaurantgebäudes haben eine Größe von bis zu 1,20 m x 4,10 m. Zum Einsatz kam die Carbonbewehrung soligrid® Q140-CEP-38 von solidian, die mittig in der Betonplatte angeordnet wurde. Die durchschnittlich im Betonbauteil aktivierte Bruchspannung dieser Carbonbewehrung liegt bei ca. 3000 N/mm<sup>2</sup> (Bemessungswert: ca. 1600 N/mm<sup>2</sup>), was einer Kraftaufnahme von 420 kN/m entspricht. Bei einer Plattenlänge von über 4 m lag der Fokus besonders auf der Einbaugenauigkeit der Bewehrung, die bei maximal ±2 mm liegen durfte. Anhand einer aufgeschnittenen Platte konnte gezeigt werden, dass eine Toleranz von nur ±1 mm erreicht wurde (Abb. 2).

Die Betondeckung beträgt bei diesen Fassadenplatten nur ca. 25 mm. Würde eine konventionelle Betonstahlbewehrung verwendet, müssten aus Dauerhaftigkeitsgründen mindestens 40 mm eingehalten werden, um die Bewehrung vor Korrosion zu schützen, was wiederum zu einer Gesamtplattendicke von ca. 100 mm führen würde. Durch die mittig angeordnete soligrid®-Bewehrung ergibt sich hier somit eine Dicke von nur 50 mm, was Betonverbrauch und Gewicht im Vergleich zu konventionellen Stahlbetonfassaden um 50 Prozent reduziert. Die Materialreduzierung wirkt sich direkt positiv auf die Transport- und Montagekosten aus. Besonders die Transportkosten konnten halbiert werden. Die Befestigung an der Tragwand



Bild 1: Ansicht der Vorhangfassade, die mit der Carbonbewehrung soligrid® Q140-CEP-38 bewehrt wurde



Bild 2: Aufgeschnittene Fassadenplatte zur Überprüfung der Lagetoleranz

des Gebäudes erfolgte mit Standardbefestigungsmitteln aus dem Stahlbetonbau. Ein weiterer Vorteil liegt für den Bauherrn darin, dass durch die Reduzierung der Gesamtwanddicke zusätzlicher Nutzraum zur Verfügung steht. Besonders bei innerstädtischen Bauvorhaben mit mehreren Geschossen zeigt sich dies durch merklich höhere Mieteinnahmen.

Neben der Herstellung der Carbonbewehrung war die solidian GmbH verantwortlich für die Koordinierung der Zustimmung im Einzelfall (ZiE) und die statischen Berechnungen. Die statischen Berechnungen wurden von Reck + Gass, Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH + Co. KG, geprüft.

Für Herstellung und Montage der Fassadenplatten zeichnete die FBW Fertigbau Wochner GmbH & Co. KG verantwortlich. Im Rahmen der ZiE wurde die Tragfähigkeit der Carbonbewehrung durch das Institut für Massivbau (IMB) der RWTH Aachen bestätigt. Die ZiE erfolgte durch das Regierungspräsidium Tübingen.

Weitere Informationen:

**Dr.-Ing. Christian Kulas**,  
solidian GmbH,  
Abteilungsleiter Textilbeton,  
Telefon +49 (0) 74 31/10 3118,  
E-Mail: christian.kulas@solidian.de,  
www.solidian.de

# CCeV-MITGLIEDER

Januar 2015




# IMPRESSUM

## Herausgeber:

Carbon Composites e.V.  
Alter Postweg 101  
86159 Augsburg  
Telefon +49 (0) 8 21/26 84 11-0,  
E-Mail: info@carbon-composites.eu

## Verantwortlich für Herausgabe und Inhalt:

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

## Vorstandsvorsitzender:

Dr. Hubert Jäger

## Geschäftsführer:

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

## Redaktion:

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

Elisabeth Schnurrer  
Redaktionsbüro Strobl + Adam  
Nibelungenstr. 23  
86152 Augsburg  
Telefon +49 (0) 8 21/3 64 48  
E-Mail: elisabeth.schnurrer@t-online.de

## Umsetzung:

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

## Druck:

KESSLER Druck + Medien GmbH & Co. KG  
Michael-Schäffer-Str. 1  
86399 Bobingen  
Telefon +49 (0) 82 34/96 19-0  
E-Mail: info@kesslerdruck.de  
www.kesslerdruck.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: ESA-D. Ducros, 2014

## Erscheinungsweise:

Zweimal jährlich, jeweils im Frühjahr und Herbst eines Jahres

## Verbreitung:

Das Carbon Composites Magazin ist die Mitgliederzeitschrift des Carbon Composites e.V.

## 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.

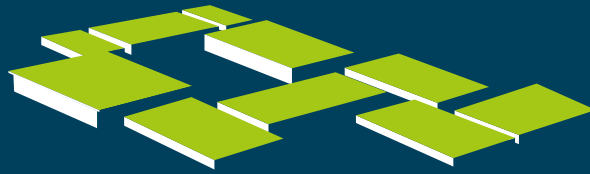
## Urheberrecht:

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

## Verbreitete Auflage:

1.500 Exemplare





messe**augsburg**

...mehr als ausstellen.



**48.000 m<sup>2</sup> Möglichkeiten**



Aktuelle  
Veranstaltungen  
auf einen Blick:



Messen | Kongresse  
Events | Firmenpräsentationen  
Konzerte | Tagungen  
Hauptversammlungen

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

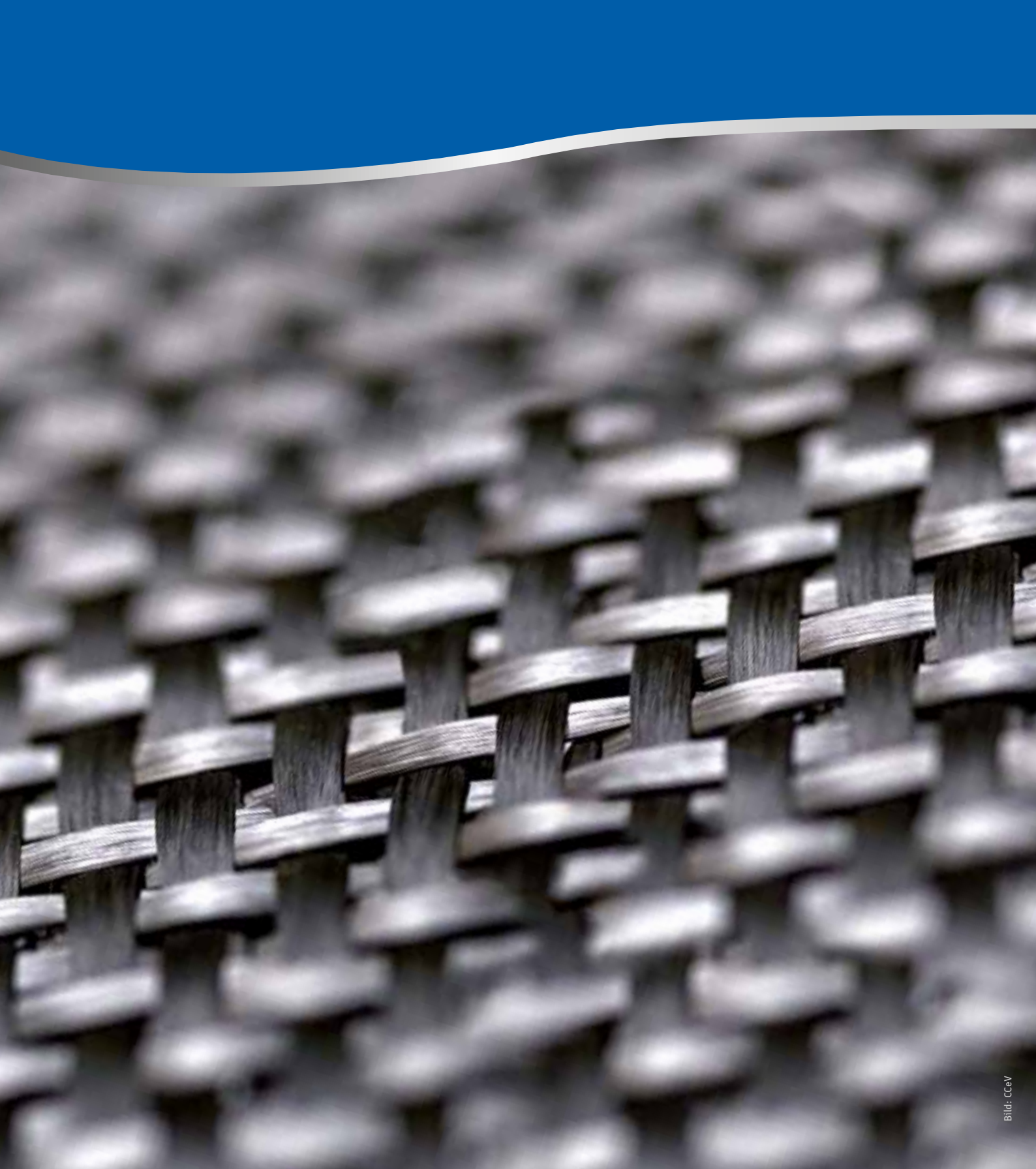


Bild: CceV

Aktuelle Ausgabe und Magazin-Archiv auch im Internet:



Carbon Composites e.V. · Alter Postweg 101 · 86159 Augsburg/Germany · [www.carbon-composites.eu](http://www.carbon-composites.eu)