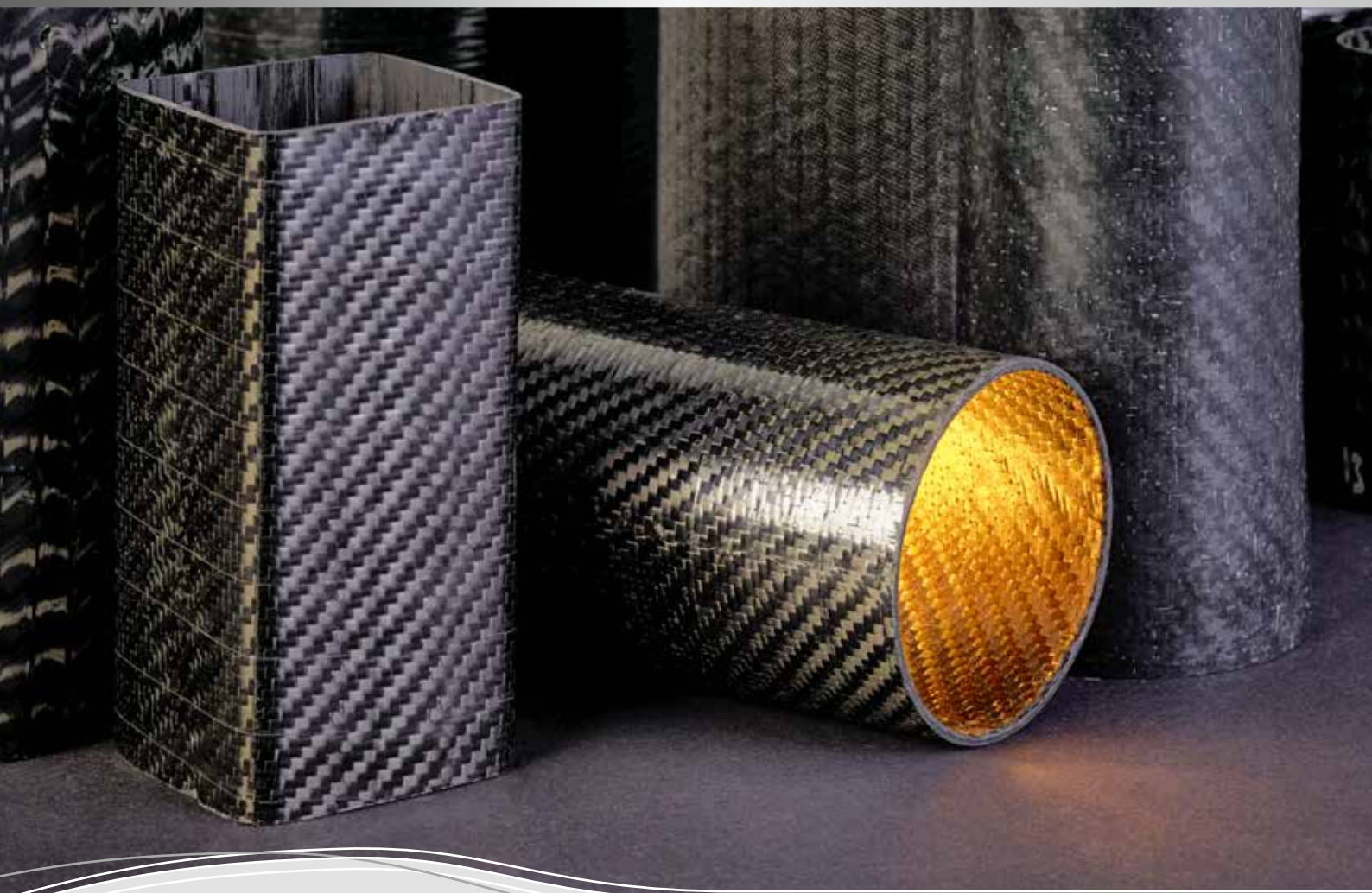


CARBON COMPOSITES MAGAZIN

Die Mitgliederzeitschrift des CCeV

Ausgabe 2 | 2019

ISSN 2366-8024



CCeV auf der Composites Europe 2019

Jahresthema Digital Composites: Digitalisierung hilft

Alles Carbon: Vom Brückenpfeiler bis zum Marsmobil

- 4 Ulrich Amersdorffer, Head of Site Augsburg, Premium AEROTEC GmbH
- 5 Carbon Composites e.V. auf der Composites Europe 2019 in Stuttgart

NETZWERK

- 7 40 Millionen Euro für Leichtbau-Fortschritt im bayerischen Augsburg
- 8 Statusbericht 2018/19 zur Arbeit der technischen Gremien des CCeV
- 9 Konsequente Bildung sichert Fachkräfte und Wohlstand von morgen
- 10 MAI Carbon unterstützt Flugtaxi-Entwicklung und tritt UAM bei
- 10 Studentische US-Delegation informiert sich über nachhaltigen Leichtbau
- 11 Erfolgreicher CCeV-Thementag zu CFK in der Medizinbranche
- 12 23. Internationales Dresdner Leichtbausymposium und 25-jähriges Jubiläum des ILK
- 14 MAI Job: CCeV-Thementag bietet Unterstützung bei der Suche nach Azubis
- 15 MAI Job erfolgreich beendet – neue Interview-Reihe beginnt
- 16 Best Practice-Interview: LSK ist auch im Azubi-Recruitment erfolgreich
- 17 Neumitglieder von CC Schweiz im Porträt
- 18 CCeV-Termine 2019/2020



JAHRESTHEMA DIGITAL COMPOSITES

- 21 Digitale Dienstleistungen vernetzen Maschinengenerationen und Kunststoff-Verarbeitungstechnologien
- 22 Prozessdaten helfen bei der Qualitätsbeurteilung von Bohrungen in CFK
- 24 Multiskalensimulation von Materialkennwerten
- 25 Transparente Prozesse für die Leichtbauforschung mithilfe von KI-Software
- 26 Maschinenunabhängige virtuelle Prozesskette für wirtschaftliche Herstellung
- 27 3D-Druck von strukturellen Bauteilen aus langfaserverstärkten CFK-Materialien
- 28 Automated Fiber Placement auf dem Weg in die digitale Zukunft



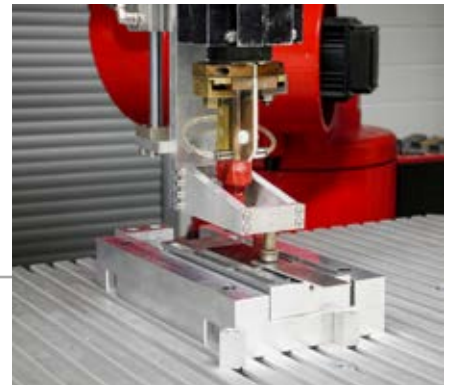
AUSLEGUNG & CHARAKTERISIERUNG

- 30 Continuous Blow Moulding zur Herstellung von faserverstärkten Leichtbauprofilen
- 31 Neues Prüfverfahren für die Erfassung der Querdruckfestigkeit von Laminaten
- 32 Crosslayer macht Faserablage kostengünstig, prozesssicher und verschnittfrei



FERTIGUNG & BEARBEITUNG

- 34 CFK-Leichtbaulösung: Mit Materialmix Mehrwert auch im Anlagenbau
- 35 Automatisiertes Faserwickeln verbessert Produktivität und Qualität
- 36 Vielversprechende Bearbeitungstechnologien für Verbundwerkstoffe
- 37 Schnelles Fügen von Metall und Thermoplast mit der HPCi®-Fügezange



BRANCHEN & QUERSCHNITT

- 39 Aus-/Weiterbildung: Jahresabschluss-Treffen der CCeV-Trainees
- 40 Automobil: Partikelschäume bieten vielfältige Einsatzpotenziale
- 42 Automobil: Schnellhärtendes Epoxid-Prepreg-System für Serienfertigung
- 44 Luft- und Raumfahrt: Neuer Hubschrauber-Heckausleger im Einschuß-Infusionsverfahren für erhöhte Temperaturanforderungen
- 45 Luft- und Raumfahrt: Wichtige CFK-Strukturbauteile aus der Schweiz für den nächsten Mars Rover und sein Trägermodul
- 46 Luft- und Raumfahrt: Forschungsrakete HyCOMET erreicht Überschallgeschwindigkeit und testet Transporttechnologien
- 47 Luft- und Raumfahrt: Studierende der Uni Augsburg stellen zukunftsfähige Modell-Flugkörper aus Carbon vor
- 48 Bauwesen: Arbeitsgruppe der CCeV-Fachabteilung CC BAU diskutiert über „Nachhaltig bauen mit Carbonbeton“
- 49 Bauwesen: Wiederverwertung von recycelten Carbonfasern in neuen, langlebigen Baustoffen erschließt neue Anwendungen
- 50 Bauwesen: Schöner Leichtbau dank kostengünstiger stabförmiger Gittertragwerksstrukturen
- 52 Ceramic Composites: IGF-Forschungsprojekt für energie- und materialeffizient hergestellte faserverstärkte Keramik
- 53 Sport: Geschlossener CFK-Materialkreislauf in der Schiffsfertigung
- 54 Querschnitt: Forschungskooperation deutscher und neuseeländischer Wissenschaftler
- 55 Querschnitt: Projekt CarboBreak untersucht arbeitsschutzrelevante Themenstellung
- 56 Mitgliederlogos
- 58 CCeV-Mitglieder im Heft
- 59 Impressum



GANZ PERSÖNLICH

Ulrich Amersdorffer

Head of Site Augsburg, Premium AEROTEC GmbH



In der umfassenden Digitalisierung der gesamten Produktkette liegt eine historische Chance, dem mit herausragenden Eigenschaften ausgestatteten, aber komplexen CFK-Material zum weiteren Durchbruch zu verhelfen. Dafür müssen die Daten aus Entwicklung, Produktion und Werkstoff verschränkt werden. Nur wenn wir gemeinsam mit der Politik die Digitalisierung vorantreiben, können und werden wir Produktionsarbeitsplätze in Deutschland und Europa halten.

In Deutschland und Europa ist es, im Gegensatz zum Pazifischen Raum, um das „schwarze Gold“ Carbon in letzter Zeit etwas ruhiger geworden.

Tatsächlich hat sich in einigen deutschen Schlüsselbranchen, etwa in der Automobilindustrie, eine gewisse Ernüchterung eingestellt. Das liegt nicht an der enormen Leistungsfähigkeit des Materials selbst. Grund ist vielmehr die Erkenntnis, dass das CFK-Material gezielt im Rahmen des multimaterialien Leichtbaus eingesetzt werden muss, um dem Potenzial der Faser gerecht zu werden und kostengünstige Massenproduktion wirtschaftlich abbilden zu können. Allerdings ist ein solcher Materialmix aus metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen in der Ver- und Bearbeitung sehr komplex. Darauf sind die Produktionslinien der Branche bislang nicht ausgerichtet.

Auch im Flugzeugbau findet eine Standortbestimmung statt, nachdem nun mit B787 und A350 die beiden ersten Voll-CFK-Flugzeuge in Serie produziert und im regulären Linienverkehr eingesetzt werden. Beim Einsatz auf der Langstrecke ist die Gewichtsersparnis durch CFK von besonderer Bedeutung und somit auch wirtschaftlich abbildbar. Um im Bereich der Kurz- und Mittelstreckenflugzeuge ebenfalls wirtschaftlich eingesetzt werden zu können, sind wie im Automobilbau weiterentwickelte, kostengünstigere Produktionsmethoden notwendig.

Aber nicht nur in der Produktion muss geforscht werden. Vielmehr muss die komplette Entwicklungs- und Fertigungskette neu gestaltet und möglichst durchgängig digitalisiert werden. Bionische, KI-optimierte Gestaltung, digitaler Zwilling, flexible 4.0-Produktion und KI-optimierte Prüfverfahren – um nur einige der relevanten Stichworte zu nennen – sie alle führen dazu, Bauteile lediglich durch eine Eigenschaftsbeschreibung automatisiert zu erstellen.

Der digitale Schlüssel liegt dabei in der Verschränkung der Daten aus Entwicklung, Produktion und Werkstoff. Der Ansatz umfasst also nicht nur eine automatisierte Fertigung, sondern auch automatisierte Konstruktionsverfahren. Das wiederum setzt ein tiefes Verständnis für den Werkstoff voraus. Nur so ist es möglich, den KI-unterstützten Optimierungs-Loop zu schließen. Schließlich ist die Herstellung eines Faserverbundbauteiles letztendlich nichts anderes als ein 3D-Druck.

Gelingt es dann noch, die Herstellung der CFK-Faser aus Algen vom Labor in die Produktionshalle zu transferieren, kann dieses Composite-Material sogar als CO₂-Speicher dienen. Auch an Recycling-Methoden außerhalb der thermischen Verwertung wird bereits gearbeitet, mit vielversprechenden Ansätzen und ersten Ergebnissen.

Grundsätzlich kann das Leichtbaumaterial CFK einen wichtigen Beitrag zu einer deutlich ressourcenschonenderen Mobilität leisten. Schließlich spart jedes Kilogramm, das nicht beschleunigt werden muss, letztlich Energie. Die Politik hat dies inzwischen verstanden und hat angekündigt, entsprechende Digitalisierungsinitiativen zu fördern.

Wenn wir Produktionsarbeitsplätze in Deutschland und Europa halten wollen, müssen wir die umfassende Digitalisierung jetzt „nur noch“ gemeinsam mit der Politik umsetzen.

Ihr

Ulrich Amersdorffer

COMPOSITES EUROPE 2019 IN STUTT GART

Carbon Composites e.V. im Rahmen der Wirtschaftsvereinigung „Composites Germany“ vertreten

Das Netzwerk Carbon Composites e.V. (CCeV) beteiligt sich an der vom 10. bis 12. September 2019 in Stuttgart stattfindenden Messe Composites Europe. Auf der europäischen Fachmesse für Verbundwerkstoffe, Technologie und Anwendungen sind die CCeV-Mitglieder auf dem Gemeinschaftsstand im Rahmen der Wirtschaftsvereinigung „Composites Germany“ zu finden.

Rund 400 Quadratmeter umfasst der Gemeinschaftsstand in Halle 7 der Composites Europe. Unter dem Label Composites Germany sind hier die aus Deutschland, Österreich und der Schweiz anreisenden CCeV-Mitglieder Autefa Solutions Germany GmbH, Bionic Composite Technologies AG, Cevotec GmbH, herone GmbH, IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, IVW Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Nägeli Swiss AG und das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V. (TITK) vertreten. Sie setzen damit eine Tradition des CCeV fort und stellen das Gros der Aussteller auf ei-

nem der größten Stände der Composites Europe. Insgesamt erwartet die Composites Europe in diesem Jahr rund 300 Aussteller aus 30 Nationen.

Bereits zum fünften Mal findet anlässlich der Composites Europe, vom 10. bis 12. September 2019, ebenfalls wieder der „International Composites Congress“ statt.

Composites Europe 2019
10. bis 12. September 19
Halle 7 · Stand C86



NETZWERK



„KRÄFTIGE VITAMINSPRITZE“

40 Millionen Euro für Leichtbau-Fortschritt im bayerischen Augsburg

Mit je 20 Millionen Euro treiben Bayern und die in der Region engagierte Wirtschaft die Forschung zu Leichtbauwerkstoffen und Digitalisierung von Fertigungsprozessen in der bayerischen Luft- und Raumfahrt-Industrie voran. Das gaben Ministerpräsident Dr. Markus Söder und Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger am 13. Mai 2019 im Technologiezentrum Augsburg bekannt. Im Mittelpunkt steht zunächst die Wirtschaftsregion Augsburg, die Forschungsergebnisse sollen positiv auf ganz Bayern und darüber hinaus ausstrahlen.

„Leichtbau und digitale Prozessketten in der Luft- und Raumfahrt“ stellt Bayerns Ministerpräsident Dr. Markus Söder in den Mittelpunkt eines insgesamt 40 Millionen Euro schweren Förderprogramms. Das gaben er und Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger am 13. Mai 2019 auf einer gemeinsamen Pressekonferenz im Technologiezentrum Augsburg (TZA) bekannt. Die Mittel stammen zur Hälfte aus dem Nachtragshaushalt des Freistaats für 2020, die andere Hälfte will die Wirtschaft beisteuern. Gefördert werden Fertigungs- und Entwicklungsprojekte zur Digitalisierung, zu zukunftsfähigen Leichtbauweisen und zu Produktionsprozessen – nicht nur für Söder ein „absolutes Innovationsthema“.

Die „kräftige Vitaminspritze“, so Aiwanger, kommt zunächst vor allem der Luft- und Raumfahrt-Industrie am Standort Augsburg zugute. Zahlreiche kleine, mittlere und große Unternehmen aus allen Bereichen des Leichtbaus bündeln hier bereits Kapazitäten und Know-how. Als Koordinationsplattform, auch für die beiden ebenfalls eingebundenen Cluster ‚Mechatronik + Automation‘ sowie ‚bavAIRia‘, wirkt MAI Carbon. Die national und international aktive Regional- und Fachabteilung des Carbon Composites e.V. (CCeV) genießt bayernweit bereits einen guten Ruf durch ihre erfolgreiche Arbeit als Spitzencluster. MAI Carbon und CCeV haben ihren Sitz ebenfalls in Augsburg.

Zukunftswerkstoff Carbon

CCeV und MAI Carbon waren es auch, die die Anstrengungen um staatliche Unterstützung gebündelt und in Wirtschaft und Politik maßgeblich vorangetrieben haben. Ein „Unternehmer-Konsortium um Alexander Gundling“, Geschäftsführer des CCeV,



Carbon-Autokarosserie als elegantes Leichtbau-Modell, bewundert von Dr. Tjark von Reden (MAI Carbon), Joachim Nägele (Premium Aerotec), Bernhard Pohl (MdL), Bay. Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger, Heinz Voggenreiter (DLR), Bay. Ministerpräsident Dr. Markus Söder, Eva Weber (Stadt Augsburg) und Carolina Trautner (Bay. Staatssekretärin) (v.l.n.r.)

sei im Januar dieses Jahres auf ihn zugekommen, erzählt Aiwanger. Im Gepäck hatten die Besucher den Plan einer „Cluster-Strategie Carbon, um den Strukturwandel in der Region aufzufangen und die Wirtschaft zu stärken“.

Dabei konnten sie auch auf politische Unterstützung zählen, etwa durch die MdL Fabian Mehring und Bernhard Pohl. Letzterer etwa sprach sich mehrfach für „Carbon als Leichtbau-Werkstoff der Zukunft“ aus. Wirtschaftsminister Aiwanger wiederum freute sich über das „Schlüssel-Schloss-Prinzip: Wir haben das Geld, Sie haben die Ideen, packen wir es gemeinsam an.“

Söder sieht „Bayern als Innovationszentrale für Deutschland“

Durch das gemeinsam getragene neue Forschungsprogramm soll die Region Augsburg zu einem international führenden Standort für Leichtbauwerkstoffe wie Carbon weiter ausgebaut werden. Starke

Impulse über die Luft- und Raumfahrt hinaus erwartet Ministerpräsident Söder. Eine dank der Forschung günstigere und energieeffizientere Fertigung nutze auch der Auto- und der Sportindustrie in allen Regionen Bayerns. Ebenfalls profitieren könnten beispielsweise E-Mobilität und Umwelttechnologien, Mechatronik, Automation, IT und Embedded Systems.

Diese Möglichkeiten bestätigt Joachim Nägele, Mitglied der Geschäftsführung von Premium Aerotec. Die Augsburger Airbus-Tochter hatte in letzter Zeit vor allem wegen drohenden Stellenabbaus von sich reden gemacht, aber nun sieht Nägele Perspektiven. Sein Unternehmen begrüße „die Initiative der Staatsregierung“ und strebe an, „weitere Bauteile auf Leichtbauweise umzustellen. Von der branchenübergreifenden Herangehensweise versprechen wir uns positive Synergieeffekte und erweiterte Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Digitalisierung und des Leichtbaus mit Schwerpunkt Kohlefaser-verstärkte Verbundwerkstoffe“.

Statusbericht 2018/19 und statistische Auswertung zur Arbeit der technischen Gremien des CCeV

Für technische Arbeitsgruppen und Großveranstaltungen ist beim Carbon Composites e.V. (CCeV) Veranstaltungsmanager Bernhard Jahn zuständig. Unterstützt wird er dabei von seinem designierten Nachfolger Stefan Steinacker. Die Aufgaben sind vielfältig, aber dass die Mühe lohnt, zeigt erneut der „Statusbericht zu den technischen Gremien des Carbon Composites e.V. 2018/2019“. Die statistische Auswertung der darin veröffentlichten Ergebnisse liegt nun vor.

38 technische Arbeitsgruppen sind innerhalb des CCeV aktiv (Stand Mai 2019). Das sind Arbeitsgruppen, Unterarbeitsgruppen, Arbeitskreise und Strategiekreise zu allen relevanten Themen der Branche. Ihre Schwerpunkte reichen von Einzelaspekten in Entwicklung und Produktion über Smart Structures, Biocomposites und Nachhaltigkeit bis zu Normung & Standardisierung. Initiiert und getragen werden sie von CCeV-Mitgliedern, die sich hier aktiv einbringen.

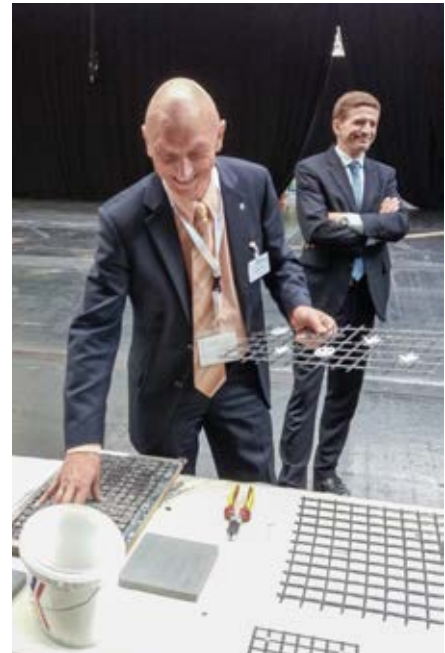
Erfolgreiches Engagement

Die Gremienarbeit bietet den Mitgliedern die Möglichkeit, ihre Anliegen in vorwettbewerblicher Kooperation inhaltlich weiterzuentwickeln und über das eigene Unternehmen hinaus voranzubringen. Im Jahr 2018 geschah das in 42 Gremientreffen, 25 Sitzungen, vier Fachtagungen und 18 CCeV-Thementagen bzw. Sonderveranstaltungen. Letztere umfassten so unterschiedliche Events wie den 7. Fachkongress Composite Simulation im Februar, den der CCeV und seine AG „Herstellprozess-Simulation“ mitveranstalteten, die MAI Night im April, im September ein SMiLE Berichtskollo-

quium oder zum Jahresausklang hin die 8. IfW-Fachtagung „Bearbeitung von Verbundwerkstoffen“. Insgesamt hatten sich 1.510 Teilnehmerinnen und Teilnehmer angemeldet. Zum Vergleich: Im Jahr 2017 waren es „lediglich“ 1.032 gewesen.

Anspruchsvolle Agenda

Diese erfreuliche Entwicklung soll 2019 fortgeführt werden. Neben der Vielzahl von verbands- und brancheninternen Veranstaltungen ist zum Beispiel die Kooperationsvereinbarung zur Mit-Organisation des 8. Fachkongresses Composite Simulation am 04. Februar 2020 in Fellbach bereits beschlossen. Auch die gemeinsame Ausrichtung der IfW-Fachtagung, die nächste am 21. November 2019 in Stuttgart, ist eine feste Größe. Als Alleinveranstalter kann sich der CCeV künftig die Organisation des Leichtbaukongresses vorstellen, der zuletzt Anfang Juli 2018 in Graz, hier noch in Zusammenarbeit mit VDI, stattfand. Weiterhin steht der Aufbau der vom Vorstand ins Leben gerufenen „AG Digitalisierung“ auf dem Plan, ebenso die Gründung einer „AG Branchenkreis-Matrix“.



Carbonfasern im Bauwesen – Veranstaltungsmanager Bernhard Jahn (li.) zeigt sich auch hier vielseitig und interessiert

Weitere Informationen:

Bernhard Jahn,
CCeV, Augsburg,
+49 (0) 821 / 26 84 11-03,
bernhard.jahn@carbon-composites.eu,
www.carbon-composites.eu

MITGLIEDER-ZEITSCHRIFT 01/20

Die nächste Ausgabe Ihrer Mitglieder-Zeitschrift erscheint zur JEC World in Paris vom 03. bis 05. März 2020 – dann voraussichtlich schon mit neuem Namen und in neuem Gewand, herausgegeben vom neuen, vereinten Dachverband Composites United. Über den Redaktionsschluss werden die Mitglieder wie üblich per E-Mail und Newsletter informiert.

Darüber hinaus können Sie uns als Mitglied jederzeit Meldungen und Berichte zusenden, die dann auf der Website des Vereins veröffentlicht werden.



ANSCHLUSS SICHERN

Konsequente Jugend- und Erwachsenenbildung sichert Fachkräfte und Wohlstand von morgen

Mit zwei neuen Projekten führt MAI Carbon seine erfolgreiche Arbeit in Sachen Leichtbau-Bildung und -Ausbildung fort. Beide Projekte, das MAI Schulprogramm – Ready 4.0 Future Work und MAI digi@work, werden vom ESF Bayern gefördert und starteten Mitte Juli 2019.

MAI Schulprogramm – Ready 4.0 Future Work

Das zwei Jahre laufende Projekt MAI Schulprogramm – Ready 4.0 Future Work wendet sich an Schüler*innen und Auszubildende. Projektziel ist es, sie im Fachthema Faserverbund zu qualifizieren und mit neuen Methoden und Arbeitsformen der Arbeit 4.0 vertraut zu machen.

Im Projekt Ready 4.0 Future Work wird ein neuartiger Ansatz erprobt. Er vermittelt naturwissenschaftliche und technische fachliche Lerninhalte im Kontext von Leichtbau und neuen Materialien durch die innovativen Methoden der Arbeit 4.0 wie zum Beispiel Crowdfunding oder selbstgesteuerte Projektarbeit. Zentrales Thema ist dabei „Das Leben der Carbonfaser“ entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Innerhalb dessen wird der anwendungstechnische Schwerpunkt auf Drohnenteknologie und Lufttaxi liegen. So erwerben die Schüler*innen nicht nur Fachwissen in einem innovativen und zukunftsrelevanten Fachgebiet, sie schulen auch Fähigkeiten und Kompetenzen, die in der Arbeitswelt 4.0 wichtig sind.

MAI digi@work

Fachlich-technische Lerninhalte aus dem Leichtbau in Kombination mit Digitalisierung und Arbeit 4.0 vermittelt das Projekt MAI digi@work. Das Angebot richtet sich an Mitarbeiter*innen von KMU. Im Rahmen des Projekts lernen sie mögliche Methoden und Anforderungen von morgen ebenso kennen wie auch die dafür benötigte Digitalkompetenz.

Der Spitzencluster MAI Carbon des Carbon Composites e.V. will mit dem auf zweieinhalb Jahre angelegten Projekt dazu bei-



Gemeinsam für die Zukunft: Ein Auszubildender, Bayerns Arbeitsministerin Kerstin Schreyer und Lars Wagner, Vorstand Technik der MTU Aero Engines AG (v.l.n.r.)

tragen, KMU auf die Herausforderungen der Zukunft vorzubereiten. Das geschieht über die jeweiligen Beschäftigten, die mithilfe von MAI digi@work ihre persönlichen Fähigkeiten verbessern und damit langfristig das Unternehmen mitgestalten können.

Konkret bildet das aktuelle Thema „Hybrider Leichtbau/Faserverbundtechnologie“ gemeinsam mit Digitalisierung und Arbeit 4.0 den Rahmen, in dem die Beschäftigten mögliche Zukunftsszenarien kennenlernen. Gleichzeitig erwerben und stärken sie die Kompetenzen, die für eine positive und produktive Zukunft Bayerns unabdingbar werden. Damit verbessert sich das grundlegende Angebot an Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeiter*innen von KMU.

Die Teilnahme an den Veranstaltungen bietet KMU die Möglichkeit, das eigene Personal spezifisch weiterzubilden, eventuell noch fehlende Kompetenzen zu definieren und Handlungsbedarf rechtzeitig zu entdecken. Denn gerade in der Faserverbund-Branche ist es notwendig, das Know-how zu Digitalisierung mit dem Fachwissen über Prozessabläufe zu verknüpfen.

Weitere Informationen:

MAI Carbon, Carbon Composites e.V. (CCeV), Augsburg,
www.mai-carbon.de

Phillip Scherer,
Projektleitung MAI Schulprogramm – Ready 4.0 Future Work,
+49 (0) 821 / 26 84 11-12,
phillip.scherer@carbon-composites.eu

Katharina Lechler,
Projektleitung MAI digi@work,
+49 (0) 821 / 26 84 11-05,
katharina.lechler@carbon-composites.eu
www.esf.bayern.de



EUROPÄISCHE UNION
EUROPÄISCHER SOZIALFONDS

ESF IN BAYERN
WIR INVESTIEREN IN MENSCHEN



Bayerisches Staatsministerium für Familie, Arbeit und Soziales

MAI Carbon unterstützt Flugtaxi-Entwicklung und tritt der Urban Air Mobility-Initiative (UAM) bei

Am 02. Juli 2019 unterzeichnete Prof. Klaus Drechsler, Vorsitzender von MAI Carbon, in Ingolstadt ein Manifesto of Intent. Die Erklärung bekundet die Absicht, neuartige Mobilitätskonzepte mit Schwerpunkt Luftverkehr zu fördern und umzusetzen. Mit diesem offiziellen Festakt besiegelte Drechsler den Beitritt des bayerischen Spitzenclusters MAI Carbon zur Urban Air Mobility-Initiative (UAM) von Stadt und Region Ingolstadt.



Prof. Klaus Drechsler (Mitte, rote Krawatte) unterzeichnet mit weiteren 13 Unternehmensvertretern das Manifesto of Intent im Historischen Sitzungssaal in Ingolstadt

64 Unternehmen, Hochschulen und Verbände aus dem gesamten Bundesgebiet gehören nun dem „Netzwerk zur Mobilität der Zukunft“ an, darunter neben den Leichtbau-Experten von MAI Carbon auch globale Schwergewichte wie Airbus, Audi oder Deutsche Bahn. Das Potenzial von Fluggeräten für die urbane Mobilität wollen die Mitglieder der Ingolstädter Initiative „Urban Air Mobility“ in praktischen Studien erforschen.

Luftfahrt ist ein Bereich, in dem die Materialvorteile carbonfaserverstärkter Kunststoffe (CFK) ideal genutzt werden können.

Das betont auch Prof. Drechsler: „Insbesondere für Luftfahrzeuge ist der Werkstoff aufgrund seiner Eigenschaften unerlässlich.“ Drechsler weiß, wovon er spricht, er ist Inhaber des Lehrstuhls Carbon Composites (LCC) an der TU München, Leiter der Fraunhofer-Einrichtung IGCV und Vorstandsvorsitzender des Spitzenclusters MAI Carbon des Carbon Composites e.V. (Augsburg).

Bereits seit dem Jahr 2012 treibt MAI Carbon die Industrialisierung von CFK kontinuierlich voran und vernetzt dabei zahlreiche Unternehmen und Forschungsinstitute.

Sowohl Produktionskosten als auch Produktionszeiten konnten im Rahmen der erfolgreichen Netzwerk-Arbeit bereits erheblich gesenkt werden. „Damit ist MAI Carbon“, so Drechsler, „weltweiter Innovationstreiber im Bereich der Carbon Composites“ und ein potenter Partner im UAM-Netzwerk.

Sinnvoll und notwendig ist der „überregionale Schulterschluss“ durch die Mitgliedschaft bei UAM insbesondere im Hinblick auf die wirtschaftlichen Herausforderungen der Gegenwart und der schon absehbaren Zukunft. Mehr noch, Zusammenarbeit bei Schlüsseltechnologien kann sich als entscheidender Wettbewerbsvorteil gegen mächtige, teils staatlich unterstützte Akteure etwa aus China erweisen.

Das Manifesto of Intent und weitere Informationen zum Projekt online unter: www.ingolstadt.de/uam

DEUTSCH-AMERIKANISCHE FREUNDSCHAFT

Studentische US-Delegation informiert sich bei MAI Carbon über nachhaltigen Leichtbau

20 angehende Ingenieure der University of Wisconsin-Milwaukee besuchten im Mai 2019 den Leichtbau-Standort Augsburg. Organisiert hatte den Infotag MAI Carbon, die auch international aktive Regionalabteilung des Fachverbands Carbon Composites e.V. (CCeV). Die Studentinnen und Studenten interessierten sich sehr für die vielfältigen Aufgaben des Leichtbau-Spitzenclusters und für die Einblicke, die die Universität Augsburg, ITA, Fraunhofer IGCV und DLR als MAI Carbon-Partner vor Ort gewährten.

„Innovation, Technologie und Cluster-Organisation waren besonders beeindruckend“ so Dr. Benjamin C. Church, Professor für Materialkunde und Ingenieurwesen an der Universität von Wisconsin-Milwaukee (UWM). Als verantwortlicher Fachbegleiter stand er an der Spitze der 20-köpfigen stu-

dentischen Delegation, die am 27. Mai 2019 den Leichtbau-Standort Augsburg besuchte. Der Interessensschwerpunkt der Gruppe lag auf erneuerbaren Energien und Nachhaltigkeit. MAI Carbon hatte sich durch seine Arbeit als Spitzencluster im Leichtbau als Ansprechpartner empfohlen.

Ambitionierte Agenda

In der Schwabenmetropole lernten die Gäste Struktur und Aufgaben von MAI Carbon, des Augsburger Innovationsparks und der Universität Augsburg kennen. Das dortige Institut für Materials Resource Manage-



Recycelte Kohlenstofffasern waren Thema beim Besuch des ITA

ment leitete über sein Projekt Wissenstransfer Region Augsburg (WiR) den Praxisteil des Infotages ein. Alle Anwesenden nutzten die Gelegenheit, in der großen Halle des Technologiezentrums Augsburg (TZA) Roboter mit HoloLens-Helmen gewissermaßen digital ‚zum Leben zu erwecken‘. Das Institut für Textiltechnik Augsburg (ITA) berichtete über den aktuellen For-

schungsstand zu recycelten Carbonfasern, um ‚Recycling‘ im weiteren Sinn ging es in der benachbarten Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV. Einen allein schon größtmäßig fulminanten Schlusspunkt des Tages setzte schließlich die Werksbesichtigung im DLR-Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologien.

Kooperation fördert Fortschritt

Am Ende des informativen und anregenden Tages zeigte sich Prof. Church besonders beeindruckt von dem „offenen innovativen Forschungs- und Produktionsumfeld, das wir hier im Umkreis von MAI Carbon erleben durften“.

Auch Sven Blanck, bei MAI Carbon verantwortlich für Internationalisierung, ist sehr zufrieden. Mit dem erfolgreichen Studienbesuch sieht er die Bemühungen von CCeV und MAI Carbon bestätigt, „das wissenschaftliche Netzwerk zwischen Bayern und Nordamerika auszubauen“. Dabei denkt Blanck etwa an „studentische Austauschprogramme, wechselseitige Betreuung von Abschlussarbeiten oder gemeinsame F&E-Projekte mit USA und Kanada“.

LEICHTER HEILEN UND HELFEN

Erfolgreicher CCeV-Thementag zu CFK in der Medizinbranche

Mit rund 50 Teilnehmern ausgebucht war der Thementag „Herausforderung CFK in der Medizinbranche“ Mitte Juni 2019. Gastgeber war erstmals das Prothetik- und Orthetik-Unternehmen Ottobock im niedersächsischen Duderstadt. Organisiert hatten die Veranstaltung die CCeV-Arbeitsgruppe Multi-Material-Design und die CCeV-Regionalabteilung CC Ost in Kooperation mit Medical Valley EMN.

Der außergewöhnliche Fokus des Thementags „Herausforderung CFK in der Medizinbranche“ war auf Wunsch zahlreicher Mitglieder aus dem gesamten CCeV-Netzwerk gewählt worden. „Sie alle sahen ihre Erwartungen mehr als erfüllt. In neun facettenreichen Vorträgen erfuhren die Fachbesucher viel Neues und Anregendes zum Thema, die lebhaften Diskussionen spiegelten das große Interesse wider“, zeigte sich auch Organisator Dr. Thomas Heber, Geschäftsführer von CC Ost und Arbeitsgruppenleiter der AG Multi-Material-Design, mit dem Erfolg der Veranstaltung sehr zufrieden.

Nach einem einführenden Überblick über die einschlägigen Aktivitäten des gastgebenden traditionsreichen Fachunternehmens Ottobock stellten weitere Referenten konkrete Anwendungsmöglichkei-

ten für CFK im breit gefächerten medizinischen Bereich vor. Dabei ging es etwa um funktionalen Leichtbau in der Medizintechnik und 3D-Druck von individuellen Orthesen, um Medical Device Regulations (MDR), Scoopboards und Pedikelschrauben. Auch Produktionsaspekte kamen nicht zu kurz. Das flexible Werkzeugsystem Dynapixel von Cikoni zum Beispiel eignet sich besonders für die Serienfertigung von Faserverbundbauteilen mit hohem Individualisierungsgrad, wie sie etwa in der Reha-Technik gefragt sind.

„Seinen beeindruckenden Abschluss“, so Heber anerkennend, „fand der Thementag mit einem Firmenrundgang bei Ottobock, der den Teilnehmern interessante Einblicke in die Produktion des Orthopädie- und Mobilitätsspezialisten ermöglichte“.



Foto: Ottobock

Unterwegs mit der C-Brace® von Ottobock. Die Orthese kontrolliert Bewegungen durch Sensoren und einen Mikroprozessor



GUT BESUCHTES DOPPELEVENT IN DRESDEN

23. Internationales Dresdner Leichtbausymposium und 25-jähriges Institutsjubiläum des ILK

Einen Besucherrekord verzeichnete das 23. Internationale Dresdner Leichtbausymposium, das am 27. und 28. Juni 2019 in der Technischen Universität Dresden stattfand. 300 Gäste aus Wissenschaft und Wirtschaft diskutierten dabei unter dem Motto „Aufbruch zu digitalen Horizonten“ über die Potenziale und Herausforderungen des modernen Leichtbaus. Praktische Einblicke gab am zweiten Tag die Ostsächsische Kompetenzschau Leichtbau. Zugleich feierte das gastgebende Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) sein 25-jähriges Bestehen.

„Leichtbautechnologien helfen, Ressourcen, Kosten und Schadstoffe einzusparen“, betonte Sachsens Staatsministerin Dr. Eva-Maria Stange in ihrem Grußwort an die Gäste des 23. Internationalen Dresdner Leichtbausymposiums. Das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden habe dafür in seiner 25-jährigen Geschichte eine hervorragende Plattform geschaffen. Den Gruß von Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier übermittelte Dr. Winfried Horstmann, Ministerialdirigent für Industriepolitik im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Er sieht im ILK „ein internationales Markenzeichen“, vor allem, da Leichtbautechnologien einen besonderen Stellenwert in der Industrie-Strategie des Bundes haben.

Aufbruch in die vierte Leichtbau-Ära

Die signifikante Bedeutung des Leichtbaus bekräftigte ILK-Vorstand Prof. Maik Gude in seinem Impulsvortrag. Dabei zeigte er auch zukünftige Herausforderungen und Leichtbauansätze unter dem Blickwinkel der ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit auf. Nach den bauteil-, methoden- und systemorientierten Ansätzen der Vergangenheit müsse nun, so Gude, „in der vierten Leichtbau-Ära der umweltorientierte Ansatz folgen“.

Für den angestrebten „Neutraleichtbau“ müssten konsequentes Design2Climate und der Einsatz von Life Cycle Assessment schon im Entwicklungsprozess mitgedacht werden. Das ehrgeizige Ziel sieht eine

neutrale CO₂-Bilanz entlang der gesamten Wertschöpfungskette vor. Dazu gehörten beispielsweise die verstärkte Nutzung von Recyclingmaterialien und bislang ungenutzter Abfall- und Wertstoffströme, der Wiederverwertung von Baugruppen am End-of-Life sowie die Entwicklung und Verwendung CO₂-neutraler Werkstoffe und zugehöriger Technologien.

25 Jahre ILK – 450 Gäste feiern Jubiläum in Dresden

Gemeinsam mit rund 450 Gästen feierte das Team des ILK zudem das 25-jährige Bestehen des Instituts und die Erfolge der zurückliegenden Jahre. Ausgangspunkt war eine starke Grundlagenforschung. Der werk-



stoff- und branchenübergreifende Ansatz, der am ILK seit 1994 verfolgt wird, und das sog. Dresdner Modell des funktionsintegrativen Systemleichtbaus in Multi-Material-Design gelten inzwischen als „Markenzeichen“ des ILK.

Heute tragen mehr als 250 Mitarbeitende zum Erfolg des ILK bei. So initiierte das Institut zahlreiche Programme der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), beteiligte sich auch daran und gab auf dem Gebiet des Leichtbaus wegweisende Impulse für Lehre und Anwendung. 2014 übernahmen Prof. Maik Gude, Prof. Hubert Jäger und Prof. Niels Modler gemeinsam die Leitung des ILK. Auch sie entwickelten sowohl die grundlagen- wie auch anwendungsorientierte Forschung kontinuierlich weiter – ganz im Sinne des modernen Leichtbaus.

Weitere Informationen:

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

Composites Europe 2019
10. bis 12. September 19
Halle 7 • Stand B65



CCOR

leichtbau ist
unser antrieb.

entwicklung und herstellung
von leichtbaukomponenten
aus faserkunststoffverbund

- : Marinesysteme
- : Windenergie
- : Automotive
- : Maschinen- und Anlagenbau
- : Sonderanwendungen

:CCOR
lightweight
components

Durchmesser bis
1.500 mm

Länge bis
13.000 mm

Gewicht bis
20 t

Lastübertragung bis
10.000 kNm

design
engineering
herstellung



by Schäfer MWN GmbH
Renningen (Germany)

KARRIERE MACHEN. MIT LEICHTIGKEIT!

Ausbildungsberufe in der Zukunftsbranche
der Faserverbundwerkstoffe

MAI JOB

ERFOLGREICH NACHWUCHS GEWINNEN

MAI JOB

CCeV-Thementag bietet Mitgliedern Unterstützung bei der Suche nach geeigneten Azubis

„Wie komme ich an Fachkräfte? – Der Weg zum erfolgreichen Azubimarketing“ war der Thementag überschrieben, zu dem das Projekt MAI Job des Carbon Composites e.V. (CCeV), die Regionalabteilung CC Ost und der Automotive Cluster Ostdeutschland (ACOD) eingeladen hatten. Am 23. Mai 2019 trafen sich dazu ca. 30 Teilnehmer bei der Cotesa GmbH im Werk Döbeln.



Florian Arndt, Geschäftsführer Sons of Motion Pictures GmbH, stellte auf dem Thementag innovative Möglichkeiten zum Recruitment über YouTube vor

Gut ausgebildete Fachkräfte sind wichtige Erfolgsfaktoren für Unternehmen. Das Fehlen qualifizierter Arbeitnehmer bremst Wertschöpfung und Wachstum erheblich.

Umso problematischer ist der anhaltende Fachkräftemangel. Wer selbst Nachwuchs ausbilden möchte, steht heute vor einer doppelten Herausforderung. Zum einen gibt es durch den demografischen Wandel insgesamt weniger Bewerber. Unternehmen können sich Nachwuchskräfte also nicht mehr aussuchen, sondern müssen eigenständig und gezielt auf die Suche gehen. Das stellt Arbeitgeber gerade im Bereich Azubimarketing gleich vor die zweite

Herausforderung: Über welche Kanäle erreicht man junge Menschen am besten?

Thementag zur gemeinsamen Lösungssuche

Um die Situation gemeinsam zu diskutieren und praktische Erfahrungen auszutauschen, trafen sich am Donnerstag, den 23. Mai 2019, ca. 30 Teilnehmer aus Unternehmen der Regionen Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen im Döbelner Werk der Cotesa GmbH, einem führenden Luftfahrtzulieferer von Faserverbundbauteilen.

Eingeladen hatten das Projekt MAI Job des Carbon Composites e.V. (CCeV) zusammen mit der Regionalabteilung CC Ost und dem Automotive Cluster Ostdeutschland (ACOD) zum Thementag „Wie komme ich an Fachkräfte? – Der Weg zum erfolgreichen Azubimarketing“.

Wie finden, wie halten?

Sowohl KMU als auch Großunternehmen stehen bei der Nachwuchsgewinnung vor den gleichen Herausforderungen, das zeigten schon die Eröffnungsvorträge von Ni-

cole Böttcher-Eichler, Personalreferentin der Cotesa GmbH, und Jörg Keller, Leiter Berufsausbildung im BMW Werk Leipzig. Zwar suchten potenzielle Azubis nach wie vor Ausbildungsplätze über klassische Kanäle wie Jobmessen, Stellenanzeigen oder Einträge in bekannten Jobportalen. Ebenso wichtig aber sei für die Zielgruppe die Nutzung von digitalen Medien und sozialen Plattformen wie Facebook, Instagram, YouTube oder WhatsApp. Darüber hinaus sei für die erfolgreiche Ansprache und Auswahl passender Kandidatinnen und Kandidaten immer noch der persönliche Kontakt am höchsten zu bewerten.

Sammy Techritz, Geschäftsführer der LS Korropol GmbH, ging mit seinem Vortrag zum Thema „Mitarbeiterzufriedenheit und -bindung“ gedanklich noch einen Schritt weiter. Neben allen Bemühungen zur Fachkräftegewinnung, dürften Maß-

nahmen zur Mitarbeiterbindung nicht vernachlässigt werden. Denn Unternehmen, denen es gelingt, Arbeitnehmer schon am Anfang ihrer Karriere erfolgreich an das Unternehmen zu binden, verbessern die eigene Marktposition.

Konsens bestand unter den Teilnehmern des Thementags darüber, dass junge Menschen heute andere Ansprüche an die Arbeitswelt stellen als noch die vorherige Generation. So legen sie zunehmend Wert darauf, sich mit ihrer beruflichen Tätigkeit selbst zu verwirklichen. Sie wollen aber nicht nur leben, um zu arbeiten. Eine gute Work-Life-Balance ist ihnen ebenso wichtig wie Entwicklungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten. Als Unternehmer muss man sich auf diese Bedürfnisse einstellen, um talentierten Nachwuchs für sich zu gewinnen und diesen auch langfristig zu binden.

Weitere Informationen:

Katharina Lechler,
CCeV, Leiterin Bildung,
Projektleiterin MAI Job,
+49 (0) 821 / 26 84 11-05,
katharina.lechler@carbon-composites.eu,
www.carbon-composites.eu

MAI JOB ERFOLGREICH BEENDET – neue Interview-Reihe nun zu Best Practice bei CCeV-Mitgliedern

Drei Jahre lang war das Projektteam von MAI Job im Rahmen des staatlich geförderten „JOBSTARTER plus“-Programms aktiv. Zufrieden zog Projektleiterin Katharina Lechler Mitte 2019 am Ende der Förderlaufzeit Bilanz: „56 kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) konnten wir in den Jahren 2016 bis 2019 unterstützen und ihnen dabei helfen, die richtigen Auszubildenden für ihre Firmen zu finden und zu halten.“ Auf Messen, Jobbörsen, Schulveranstaltungen und Seminaren erreichte das Projekt insgesamt mehr als 5.000 Personen, rund 2.000 Erwachsene sowie mehr als 3.000 Kinder und Jugendliche – ein Ergebnis, das sich sehen lassen kann.

Eine feste Größe der MAI Job-Berichterstattung waren die Interviews mit MAI Job-Partnerinnen und -partnern aus CCeV-Mitgliedsunternehmen. Informativ und unterhaltsam berichteten sie dabei über ihre Erfahrungen in der Nachwuchsgewinnung. Auch nach Auslaufen des MAI Job-Projektes bleibt die Interview-Reihe erhalten, jedoch mit etwas erweitertem Fokus.

Unter dem Titel „Best Practice“ lesen Sie künftig an dieser Stelle, was alles gut läuft in den CCeV-Mitgliedsunternehmen und warum. Dabei kann es um vorbildliche Aus- und Weiterbildung ebenso gehen wie um innovative Vertriebswege, um gute Erfahrungen mit Quereinsteigern, gelungene Kooperationen mit Out-of-the-box-Charme u.v.m.

Haben auch Sie selbst schon in einem Bereich Ihres Unternehmens gute Erfahrungen gemacht, hat sich ein ungewöhnlicher Ansatz bewährt, ein Risiko gelohnt? Erzählen Sie uns und anderen davon, plaudern Sie ein wenig „aus dem Nähkästchen“, inspirieren Sie Menschen in ähnlichen Situationen. Rufen Sie einfach bei uns in der Redaktion an oder schreiben Sie eine Mail an redaktion@carbon-composites.eu – wir freuen uns auf Sie und Ihre Best Practice-Ideen!



Gefördert als JOBSTARTER plus-Projekt aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und des Europäischen Sozialfonds.



„Mir als Führungskraft macht es enorm Spaß zu sehen, wie die Mitarbeiter sich zu Lösungsstrategien einbringen und tolle Vorschläge umgesetzt werden.“
Sammy Techritz, Geschäftsführer LS Korropol

WIR SIND EIN TEAM

BEST PRACTICE

Die LS Korropol ist auch auf dem Gebiet des Azubi-Recruitment erfolgreich

Leichtbau-Systemtechnologien Korropol bildet aus und das – gegen den Markttrend – scheinbar ohne Nachwuchssorgen. Drei Auszubildende zählt das erfolgreiche Kleinunternehmen zurzeit. Das „Geheimnis“ seiner erfolgreichen Azubi-Suche verrät Geschäftsführer Sammy Techritz im Interview.

? Warum entscheiden sich junge Menschen für eine Ausbildung bei LS Korropol?

Sammy Techritz: Bei uns wird das „Wir“ großgeschrieben. In unserer Arbeit verfolgen wir einen systemischen Ansatz, d.h. wir betrachten Aufgaben umfänglich und als Ganzes. Darum schaffen wir unsere Projekte nie als Einzelpersonen, sondern stets im Team – das motiviert, bindet die Mitarbeiter und wird durch die Abwechslung auch auf Dauer nicht langweilig.

Außerdem haben wir als Faserverbund-Experten die tollsten Projekte im Haus und arbeiten mit innovativen Werkstoffen wie Kohlefaser oder Biopolymeren. Es kommt gut an, wenn Azubis Composite-Bauteile für den Maschinen- und Schiffsbau, für Luft- und Raumfahrt oder für Zukunftsvisionen der Automobilbranche herstellen dürfen.

Aber selbst wir können bei Auszubildenden nicht mehr sehr wählerisch sein. Ich glaube jedoch daran, dass Motivation von innen kommen muss. Tatsächlich wächst das Interesse am Ausbildungsberuf meist schon nach kurzer Zeit merklich, wenn die jungen Kolleginnen und Kollegen im Team „angekommen“ sind.

? Welche Berufe bilden Sie aus?

! Wir bilden Industriemechaniker/in für Kunststoff und Kautschuk (Fachrichtung Faserverbund) aus und Industriekaufmann/frau.

? Seit wann bilden Sie aus?

! Ich persönlich bilde schon seit ca. 15 Jahren Azubis aus, sieben Jahre davon, seit 2012, bei LS Korropol.

? Wie läuft die Ausbildung bei Ihnen ab?

! Zugrunde liegt üblicher Blockunterricht, sechs Wochen praktische Ausbildung im Unternehmen, dann zwei bis drei Wochen theoretische Grundlagen in der Berufsschule.

Allerdings durchlaufen unsere Azubis alle Stationen im Werk, von Auftragsmanagement und Konstruktion im Büro über Fertigung und Endmontage bis zur Qualitätssicherung. Das schafft Verständnis für die internen Abläufe und stärkt das Wir-Gefühl.

? Welche Stärken bzw. Merkmale sollten die künftigen Auszubildenden mitbringen?

! Eine gewisse technische Affinität sollte vorhanden sein. Außerdem wünschen wir uns einen guten Hauptschul- oder Re-



Gute Ausbildung, gute Zukunft –
zwei Auszubildende bei LS Korropol

alschulabschluss, auch Abi- oder Studienabbrecher sind willkommen.

? Gibt es Highlights im Laufe der Ausbildung bei Ihnen im Unternehmen?

! Sehr gut kommen unsere Kooperationen mit anderen Firmen an, um Inhalte zu vermitteln, die wir nicht selbst im Unternehmen abbilden können. Das betrifft zum Beispiel Spezialisierungslehrgänge wie Pneumatik oder Elektrotechnik.

Etwas Besonderes und sehr beliebt sind auch die teambildenden Aktivitäten für alle Mitarbeiter, die durchweg aus dem Team heraus initiiert werden.

? Wie kann die berufliche Zukunft nach der Lehre aussehen?

! Da wir gesund wachsen, steht einer Weiterbeschäftigung bei LS Korropol eigentlich nichts im Wege. In unserem Team arbeiten einige frühere Auszubildende. Unser erster Azubi als Industriekaufmann zum Beispiel, Christian, managt bei uns heute den Einkauf und beginnt demnächst eine Weiterbildung zum Betriebswirt. Und unser früherer Azubi Henry bildet sich derzeit zum Industriemeister für Kunststoff und Kautschuk fort.

Grundsätzlich fördern wir Weiterbildungen und Spezialisierungen im Facharbeiter-, Meister- oder Technikerbereich. Außerdem gibt es die Möglichkeit zu studieren. Und

wenn es bei uns mit der Übernahme nicht klappt, freuen sich andere Faserverbundfirmen in der Region über gut ausgebildete Fachkräfte, ob Experten oder Allrounder, die werden immer gesucht.

? Was wünschen Sie sich in Sachen ‚Ausbildung‘ für die Zukunft?

! Wir sollten Digitalisierungsthemen schneller integrieren und mehr Mechatronik-Themen aufgreifen. Auch Anreizprogramme für länderübergreifende Ausbildung würden mir gefallen. Bei uns in Dresden würden sich da zum Beispiel Polen oder Tschechen anbieten.

Weitere Informationen:

Sammy Techritz,
Geschäftsführer LSK | Leichtbau-Systemtechnologien KORROPOL GmbH, Dresden-Schönfeld,
+49 (0) 351 / 26 31 31 - 21,
sammy.techritz@korropol.de,
www.korropol.com

Neumitglieder von CC Schweiz im Porträt



9T Labs AG



9T Labs, ein junges ETH-Spin-off aus Zürich, will die Fertigung von strukturellen Carbon Composites durch 3D-Druck revolutionieren. Der Fokus liegt auf Entwicklung und Vertrieb von 3D-Drucksystemen für die industrielle Serienfertigung von kontinuierlich verstärkten CFK-Materialien. Momentan adressiert 9T Labs vor allem die Luftfahrt-, Biomedizin-, Sport- und Freizeit- sowie Robotik- und Industrieautomationsbranche. 9T Labs ermöglicht kostengünstiges Fertigen von komplexen, strukturell optimierten Carbon Composites.

www.9tlabs.com

TRUMPF GmbH & Co. KG



Das Hochtechnologieunternehmen TRUMPF bietet Lösungen in den Bereichen Werkzeugmaschinen, Lasertechnik und Elektrowerkzeuge. Hauptsitz und Kompetenzzentrum des Produktbereichs Elektrowerkzeuge befinden sich in Graubünden. Hier werden handgeführte Maschinen zum Trennen und Verbinden von Blech, für das Formen von Schweisskanten und neu auch zum Trennen von Faserverbundkunststoffen entwickelt und produziert. Als erster seiner Art wird der Fiber Composite Nibbler von Kunden aus den Industrien Automotive, Sport, Luft- und Raumfahrt eingesetzt.

www.trumpf.com

Vogel moulds and machines AG



VOGEL ist ein auf kundenspezifische Entwicklungen spezialisierter Hersteller von Formen, Schließmaschinen, Dosier- und Mischanlagen, vornehmlich für die Elektro-, Automobil- und Windindustrie. Das Unternehmen liefert schlüsselfertige Composites-Fertigungslinien für komplexe CFK-Teile, die mittels Vakuuminfusion, Compression Moulding und Resin Transfer Moulding (RTM) in all ihren Variationen hergestellt werden. Ebenso bietet Vogel Lösungen an für die Prototypen-Herstellung, Fertigung von Versuchsteilen und Vorserien sowie für Versuche zur Prozessoptimierung.

www.vogel-ag.net

TERMINE

CCeV-THEMENTAG

„Digitalisierung in der Verarbeitung von Thermoplastischen Composites“

Die Veranstaltung wird von den CCeV-Arbeitsgruppen „Thermoplastische Composites“, „Smart Structures“ und „Digitalisierung“ fachlich betreut und von der CCeV-Regionalabteilung CC West unterstützt. Dabei handelt es sich um eine öffentliche CCeV-Veranstaltung, zu der auch Nichtmitgliedern der Zugang kostenpflichtig ermöglicht wird.

Termin: 27. September 2019

Ort: Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW),
Erwin-Schrödinger-Str. 58, 67663 Kaiserslautern

Teilnahmegebühr: 95,- Euro (zzgl. 19% MwSt);
für CCeV-Mitglieder kostenlos



CCeV-THEMENTAG

und 2. Ordentliche Abteilungsversammlung CC Bau

Gemeinsame Veranstaltung, fachlich betreut von den Arbeitsgruppen der CCeV-Fachabteilung CC Bau (insbesondere der AG „Bemessung und Nachweis“), unterstützt und organisiert von der CCeV-Regionalabteilung CC Ost. Es handelt sich um eine öffentliche CCeV-Veranstaltung, zu der auch Nichtmitgliedern der Zugang ermöglicht wird.

Termin: 22. Oktober 2019

Ort: Institut für angewandte Bauforschung Weimar,
Über der Nonnenwiese 1, 99428 Weimar

Teilnahmegebühr: 95,- Euro (zzgl. 19% MwSt);
für CCeV-Mitglieder kostenlos



GEMEINSAME AG-SITZUNG

der AGs „Engineering“, „Kleb-/Verbindungstechniken“ und „NDE“

Zur gemeinsamen Sitzung der drei CCeV-Arbeitsgruppen lädt die AG „Engineering“ ein, derzeit unter der Leitung von Dr. Markus Wolfahrt (Polymer Competence Center Leoben GmbH). Das Treffen dient der Vernetzung und dem Erfahrungsaustausch. Alle AG-Mitglieder profitieren vom fachlichen Input zur Bauteil-Prozesskette von der Auslegung bis zum Nachweis.

Termin: 29. Oktober 2019

Ort: Montanuniversität Leoben,
Franz-Josef-Straße 18, 8700 Leoben / Österreich



2019

10. bis 12.09.2019 (CCeV)

Composites Europe 2019:
Europäische Fachmesse und
Forum für Verbundwerkstoffe,
Technologie und Anwendung

10.09.2019

5th ICC – International Composites Conference

12.09.2019

13. Ostthüringer Kooperationsbörse des verarbeitenden und produzierenden Gewerbes

17.09.2019 (AG BIC)

Sitzung der AG „Bio-Composites“

24.09.2019

11. Carbon- und Textilbetontage

27.09.2019 (CC West)

CCeV-Thementag „Digitalisierung in der Verarbeitung von Thermoplastischen Composites“

01.10.2019 (CC Schweiz)

Thementag „Textile Technology for High Performance Composites“

08.10.2019

GOCarbonFibre 2019

10.10.2019 (MAI Carbon)

MAI Carbon Projektforum

21.10.2019 (Weiterbildung)

Grundlagenseminar „Thermoplastische Faser-Kunststoff-Verbunde“

22.10.2019 (CC Bau)

CCeV-Thementag + 2. Ordentliche Abteilungsversammlung CC Bau

23.10.2019 (Weiterbildung)

Seminar „Thermoanalyse“

24.10.2019 (AG WIND)

Sitzung der AG Faserverbund in der Windenergie

24.10.2019 (Weiterbildung)

Seminar „Mechanische Prüfung“

29.10.2019 (CCeV)

Gemeinsame Sitzung der AGs „Engineering“, „Kleb-/Verbindungstechniken“ und „NDE“

12.11.2019

Horizon 2020 Proposal Writing Course

13.11.2019 (Weiterbildung)

Infiltrationstechnik – Theorie und Praxis

13.11.2019

JEC Asia 2019

14.11.2019 (CC Ost)

Gemeinsame Sitzung der AGs „Faser-Matrix-Haftung“ und „Matrices“

18.11.2019 (CC Schweiz)

Unternehmerreise nach Schweden

20.11.2019

LIGHTer Conference 2019

21.11.2019 (CCeV)

9. IfW-Fachtagung „Bearbeitung von Verbundwerkstoffen“

27.11.2019 (Weiterbildung)

Automatisierte Handhabung formlabiler Halbzeuge

29.01.2020

Netzwerkveranstaltung „E-Lass meets MariLight“

04.02.2020 (CCeV)

8. Fachkongress Composites Simulation

19.02.2020 (Messe)

CC BAU-Forum auf den BetonTagen

03. bis 05.03.2020 (Messe)

JEC World Paris 2020

Ansprechpartner für CCeV-Veranstaltungen:

Bernhard Jahn, +49 (0) 821 / 26 84 11-03, bernhard.jahn@carbon.composites.eu

Stefan Steinacker, +49 (0) 821 / 26 84 11-13, stefan.steinacker@mai-carbon.de

Anmeldung auch online möglich unter: www.carbon-composites.eu/de/aktuelles/termine

9. IfW-FACHTAGUNG

„Bearbeitung von Verbundwerkstoffen“

Der CCeV ist Mitveranstalter der Tagung. Diskutieren Sie mit Fachleuten die aktuellen Trends zur Bearbeitung von CFK und Verbundwerkstoffen und erfahren Sie von unseren Referentinnen und Referenten, an welchen Technologien und Innovationen die Unternehmen arbeiten.

Termin: 21. November 2019

Ort: Kultur- und Kongresszentrum / Liederhalle – Silcher-Saal, Berliner Platz 1–3, 70174 Stuttgart

Teilnahmegebühr: Regulär (ab 19.10.19) 490,- Euro, Frühbucher (bis 18.10.19) 440,- Euro, ermäßigt* 350,- Euro (*ermäßigt für Mitglieder des CCeV, der WGP, des Vereins Zukunftsorientierte Zerspanung e.V., des Vereins zur Förderung produktionstechnischer Forschung e.V. sowie des Vereins der Freunde des IfW).



8. FACHKONGRESS COMPOSITES SIMULATION

Gemeinschaftsveranstaltung von VDC Fellbach, Allianz Faserbasierte Werkstoffe Baden-Württemberg (AFBW) und Carbon Composites e.V. (CCeV).

Auf dem Programm stehen branchenübergreifende Beiträge zum Stand der Technik bei der Simulation von Faserverbundwerkstoffen, zur Bauteil- und Prozesssimulation sowie zur Material- und Mikrostrukturmodellierung im Bereich Composites.

Termin: 04. Februar 2020

Ort: Schwabenlandhalle Fellbach, Guntram-Palm-Platz 1, 70734 Fellbach

Teilnahmegebühr: Kombi-Ticket regulär 220,- Euro, Kombi-Ticket für Mitglieder des CCeV und der AFBW 155,- Euro, Tagungsticket regulär 170,- Euro, Tagungsticket für Mitglieder des CCeV und der AFBW 105,- Euro, Tagungsticket Studierende 45,- Euro



CC BAU-FORUM

auf den 64. BetonTagen

Mit CC Bau-Forum „Carbonbeton-Anwendungen in der Praxis – Auf der Baustelle und im Fertigteilwerk“. Vorträge und Demonstrationen für Hersteller, Sanierer und Vertreter*innen der Betonbranche.

Termin: 19. Februar 2020

Ort: Kongresszentrum Edwin-Scharff-Haus, Podium 9, Silcherstr. 40, 89231 Neu-Ulm



JAHRESTHEMA DIGITAL COMPOSITES





Der DataXplorer ist für Spritzgießen, Extrusion und Reaktionstechnik verfügbar

DIGITALER ÜBERBAU

Digitale Dienstleistungen vernetzen Maschinengenerationen und Kunststoff-Verarbeitungstechnologien

Kann man eine Jahrzehnte alte, immer noch zuverlässige Spritzgießmaschine fit für Industrie 4.0 machen? „Ja“, verspricht KraussMaffei. Die Abteilung Digital & Service Solutions (DSS) hat unter der Programmbezeichnung „Retrofit“ unterschiedliche Bundles entwickelt, die alle Maschinengenerationen und -fabrikate im Spritzguss vernetzen und die gemeinsame Datennutzung ermöglichen. Bald sollen sich auch Reaktions- und Extrusionstechnik in das gemeinsame Daten-Ökosystem einbinden lassen.

Fachleute sagen voraus, dass in Zukunft nur eine vernetzte Produktion wettbewerbsfähig sein wird. Doch in vielen Unternehmen sind die Fertigungseinrichtungen organisch gewachsen und nicht oder nicht ohne Weiteres kompatibel. Sie verfahrens-, generations- und künftig auch herstellerübergreifend digital zu vereinheitlichen, ist der Anspruch des neuen Retrofit-Programms von KraussMaffei.

Industrial Internet of Things als Basis für Retrofit

Solch umfassende Konnektivität und das IIoT, das Industrial Internet of Things, sind Bedingungen für die Nutzung von cloudbasierten Produkten und Dienstleistungen. Grundsätzlich gilt, dass anfallende Daten auch gespeichert werden müssen. Je nach vorhandener IT-Umgebung, anfallendem Datenvolumen und persönlicher Vorliebe kann dies über einen Gateway-PC vollständig in der Cloud erfolgen.

Vorteile für den Kunden sind Qualitätsverbesserung, Produktionssteuerung, höhere Effizienz durch Senkung von Wartungs-, Energie-, Material- und Personalkosten.

DataXplorer für alle Technologien

Schon heute verfügt KraussMaffei über vielfältig anwendbare Tools wie den DataXplorer. Der speichert mit einer Auflösung von 5 Millisekunden bis zu 500 Signale als kontinuierliche Kurvenverläufe und durchleuchtet so einen Prozess in seiner ganzen Tiefe. Die Signale können aus vielfältigsten Quellen stammen: von der Maschine selbst (wie Temperaturen und Positionen von Schließeinheit oder Schnecke), vom Werkzeug (z. B. Innendruck) oder von der Peripherie, etwa einer Fräszelle, die Leichtbauteile aus Duroplast nachbearbeitet. Der DataXplorer öffnet für Spritzgießen, Extrusion und Reaktionstechnik sozusagen die Tür zur Zustands- und Prozessüberwachung.

Condition Monitoring – Fehler erkennen, bevor sie auftreten

Mithilfe von Alarm- und Schwellwerten kann sich der Maschinenführer rechtzeitig über relevante Abweichungen der Produktionsparameter informieren lassen – per Dashboard im Leitstand oder auf dem Smartphone. Predictive Maintenance, also zustandsbasierte Wartung, verhindert dann überraschende Produktionsausfälle durch Teileverschleiß. Auch Ausschussquoten, beispielsweise durch Schussgewichtabweichungen, nehmen ab.

Social Production – die gesamte Produktion immer im Blick

Wenn Menschen und Maschinen, unterstützt durch intelligente Software, in Echtzeit miteinander kommunizieren, können mögliche Probleme im Produktionsablauf frühzeitig verhindert werden. Dafür entwickelte KraussMaffei die App „Social Pro-



Nadine Despineux, Präsidentin des KraussMaffei Segments Digital & Service Solution (DSS)

duction“, die Vorzüge von Social Media für eine neue Art der Produktionsüberwachung nutzt. Hinweise auf mögliche Lösungen runden das Hilfsangebot ab. Das System ist mit allen am Markt verfügbaren Spritzgießmaschinen kompatibel. Weitere Geräte innerhalb der Produktionszelle sollen folgen.

Die industrielle Messenger-Funktion von Social Production soll die meist halboffiziell genutzten privaten Messenger wie WhatsApp oder WeChat ablösen. So soll Social Production die Kommunikation in der Produktion vereinfachen und beschleunigen sowie die betriebliche Zusammenarbeit mit Kollegen effizienter machen.

Unlock the value – Datenanalyse als Dienstleistung

Wer sich für seine Fertigung nicht selbst mit Datenanalyse befassen möchte, dem bietet DSS die Möglichkeit, spezifisches Analyse-Know-how ins Haus zu holen. Individuell erschließen die Fachleute die jeweiligen Daten und helfen dann, Prozesse bestmöglich zu optimieren. Problemursachen werden exakt aufgezeigt und gelöst.

Weitere Informationen:

Nadine Despineux,
Digital & Service Solutions (DSS),
Geschäftsführerin KraussMaffei Technologies
GmbH, München,
+49 (0) 89 / 88 99-0,
info@kraussmaffei.com, www.kraussmaffei.com

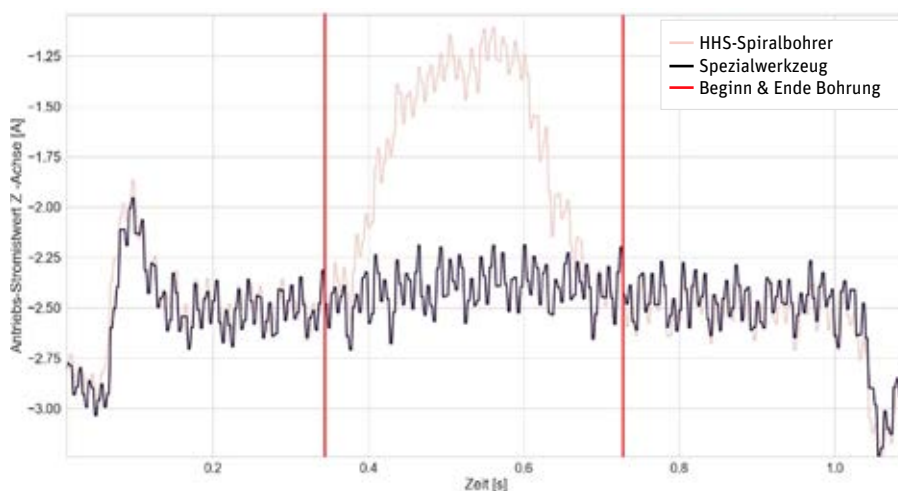
INTELLIGENTE AUSWERTUNG VON MASCHINENDATEN

Prozessdaten helfen bei der Qualitätsbeurteilung von Bohrungen in CFK

Für die Beurteilung von Bearbeitungsprozessen werden oft aufwendige und teure Sensorsysteme eingesetzt. Ein öffentlich gefördertes Forschungsprojekt der Hochschule Augsburg beschäftigt sich damit, solche Beurteilungen mit bereits vorhandenen Maschinendaten durch intelligente Auswertung durchzuführen und die vorhandenen Daten in Erkenntnisse umzuwandeln.

Moderne Bearbeitungszentren besitzen hoch komplexe Steuerungssysteme. Sie müssen vor allem die Motoren der Achsen und der Spindel so regeln, dass Position, Vorschub und Drehzahl stets eingehalten werden.

Dabei entstehen große Datenmengen, die bei modernen Steuerungssystemen wie der SINUMERIK 840d während des Bearbeitungsprozesses aufgenommen und extern abgespeichert werden können.



Visualisierung einer Maschinenvariable: Hier der Stromwert des Spindelantriebs für die beiden verwendeten Werkzeuge

Nietlöcher in CFK-Luftfahrtlaminat

Flugzeuge wie der Airbus A350 bestehen mittlerweile zu über 50 Prozent aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen. Bis zu 30.000 Nietbohrungen werden für die Verbindung mit anderen Teilen im Laminat benötigt. Damit zählt das Bohren von Nietlöchern zu den häufigsten Bearbeitungsverfahren von CFK-Luftfahrtlaminat.

In einem Experiment wurden deshalb mit zwei unterschiedlichen Werkzeugen sowie mit variierenden Vorschüben und Drehzahlen Bohrungen in ein Luftfahrtlaminat eingebracht. Zur Anwendung kamen ein für die CFK-Bearbeitung optimiertes Werkzeug und ein Standard HSS-Spiralbohrer. Anfallende Maschinendaten wie die Stromwerte der Servomotoren wurden aufgezeichnet und anschließend visualisiert. Aus den Zeitsignalen wurden Merkmale wie Maximum oder Mittelwert extrahiert und gespeichert.

Entscheidungsbaum zur Erkenntnisgewinnung

Die Bohrungen wurden je nach Grad der Delamination und Faserausfransung mit Bilderkennung eingeteilt in Bohrungen guter Qualität und Bohrungen schlechter Qualität. Zusammen mit den Merkmalen der Maschinendaten ergibt sich daraus einen Datensatz, der für maschinelles Lernen verwendet werden kann. Aus diesem Datensatz lässt sich ein Entscheidungsbaum berechnen, der zeigt, anhand welcher Maschinenvariablen die Entscheidung getroffen werden kann, ob eine Bohrung den Qualitätsanforderungen entspricht. Ein Modell könnte also bei der Bearbeitung helfen, fehlerhafte Bohrungen zu erkennen oder Prozesse hin zu einer höheren Qualität zu optimieren.

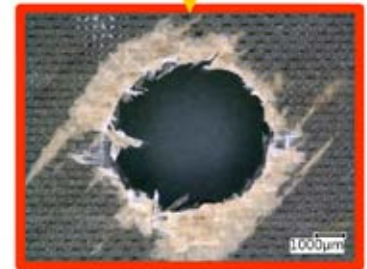
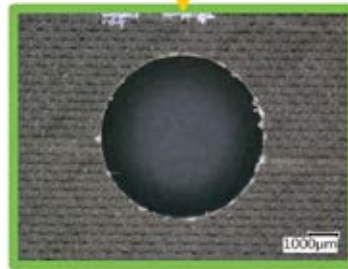
Weitere Schritte

Die Ergebnisse zeigen, dass anhand der Maschinendaten Aussagen über die Bear-

beitungsqualität getroffen werden können. In weiteren Experimenten soll die Korrelation von Maschinendaten und Sensorik, beispielsweise Schnittkraftmessung, überprüft werden, um die Aussagekraft dieser Daten detailliert bestimmen zu können.



Klassifikation



Einteilung der Bohrungen in gute (grün) und schlechte (rot) Qualität

Weitere Informationen:

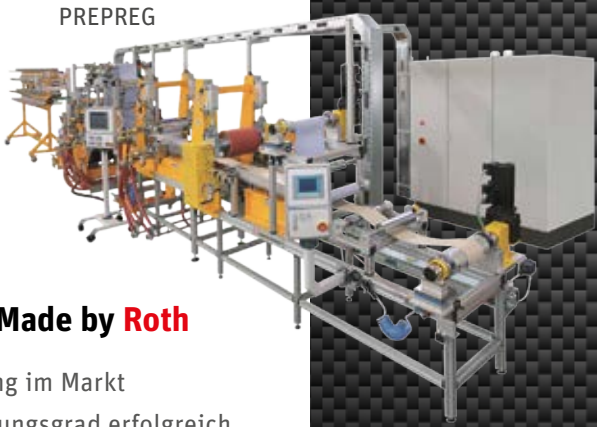
Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller,
Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik,
Hochschule Augsburg,
+49 (0) 821 / 55 86-20 68,
ralf.goller@hs-augsburg.de,
www.hs-augsburg.de



WORLD CLASS Composite Machinery



FILAMENT WINDING



PREPREG

Your Performance - Made by Roth

- Über 50 Jahre Erfahrung im Markt
- Höchster Automatisierungsgrad erfolgreich in Großserienbetrieben etabliert
- Mehr als 500 Maschinen weltweit installiert



Roth Composite Machinery GmbH
Werk Steffenberg · Bauhofstr. 2 · 35239 Steffenberg · Deutschland
Tel.: +49 (0)6464/9150-0 · Fax +49 (0)6464/9150-50
www.roth-composite-machinery.com · info@roth-composite-machinery.com





SIMULATIV-EXPERIMENTELL ZUM DIGITALEN ZWILLING

Multiskalensimulation von Materialkennwerten mit experimentell kalibrierten Gelege-Modellen

Der Multiskalenansatz ermöglicht eine präzise und effiziente Ermittlung von Materialkennwerten technischer Textilien mit einem experimentell kalibrierten digitalen Zwilling. Der experimentelle Aufwand wird im Vergleich zur konventionellen Kennwertermittlung erheblich reduziert, was bei der Bauteil- und Prozessauslegung Zeit und Kosten spart.

Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) mit textiler Verstärkung haben einen bedeutenden Anteil am FKV-Markt. Um Kennwerte für die simulative Bauteil- und Prozessauslegung zu ermitteln, sind zahlreiche Versuche notwendig, um Strukturvariationen und verschiedene Faservolumenanteile (FVG) zu erfassen.

Simulation statt Versuchsreihen

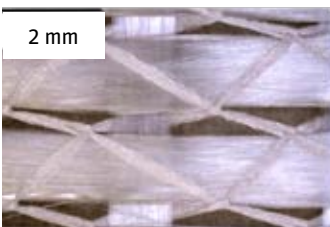
Der rheinland-pfälzische Software-Entwickler Math2Market setzt dafür auf einen neuen simulativ-experimentellen Multiskalenansatz, der den experimentellen Aufwand und somit Zeit und Kosten reduziert. Ausgehend von einfach zu bestimmenden Eingabeparametern werden die Materialkennwerte von Textilien bzw. darauf basierenden FKV mit einem experimentell kalibrierten digitalen Zwilling präzise und effizient ermittelt.

Virtuell vom Kleinen zum Großen

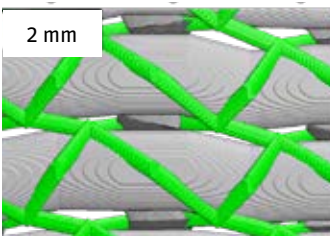
Ein in die GeoDict-Software integrierter Workflow wird zur effizienten Bestimmung der Permeabilität eingesetzt. Sie quantifiziert das Prozessverhalten bei der Imprägnierung mit einem Matrixsystem.

Die multiskalige Permeabilitätsbestimmung beginnt mit der Bestimmung der Mikropermeabilität innerhalb der Rovings. Davon getrennt folgt eine Mesomodellierung der Einzellagen, bestehend aus soliden Rovings mit richtungsabhängigen Mikropermeabilitäten. Dieser Ansatz minimiert den Rechenaufwand deutlich. Die Einzellagen werden innerhalb eines vorgegebenen Parameterraums randomisiert aufgebaut, um die stochastische Strukturvariation abzubilden. Mehrere Einzellagen werden mit zufälligem Offset gestapelt und virtuell kompaktiert. So können Roving-

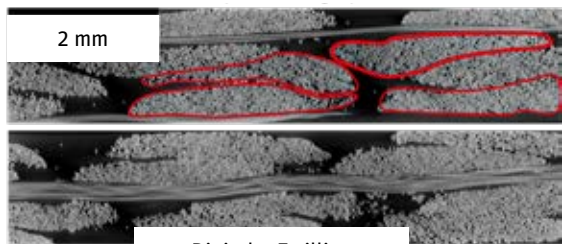
Mikroskopaufnahme der Einzellage



Digitaler Zwilling der Einzellage



Computertomographie



Digitaler Zwilling



Vergleich von Mikroskopaufnahmen und Computertomographie mit der Einzellage und dem Schnitt eines digitalen Zwillings

Deformationen sowie Nesting und Ondulation im digitalen Zwilling realitätsnahe abgebildet werden.

Ergebnis-Check bestätigt Qualität

Die Permeabilität des Zwillings wird mit der Stokes-Brinkman-Gleichung durch einen Simple-FFT-Solver berechnet. Bei definiertem FVG werden die Simulationsergebnisse mit experimentell ermittelten Werten verglichen und eine Kalibrierung des Einzellagenmodells durchgeführt. Anschließend kann der digitale Zwilling virtuell auf höhere FVG kompaktiert werden.

Bei der Untersuchung eines Glasfasergeleges (Hacotech G300U 1270) erfolgte die Kalibrierung bei 50 Prozent FVG, anschließend wurde der Zwilling auf 55 Prozent und 60 Prozent FVG kompaktiert. Die Abweichungen der simulativ ermittelten Permeabilitäten (-30 bis +42 Prozent bzw. -35 bis +8 Prozent für diese FVG) liegen in der gleichen Größenordnung wie bei experimentellen Vergleichsstudien.

Weitere Informationen:

Martina Hümbert,
Math2Market GmbH, Kaiserslautern,
+49 (0) 631 / 205 605 28,
martina.huembert@math2market.de,
www.math2market.de

Tim Schmidt,
Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) GmbH,
Kaiserslautern,
+49 (0) 631 / 316 07 32,
tim.schmidt@ivw.uni-kl.de,
www.ivw.uni-kl.de
Co-Autor*innen: Aaron Widera, David May,
Nicole Motsch

Composites Europe 2019
10. bis 12. September 19
Halle 7 · Stand C86/16



DATEN STATT BAUCHGEFÜHL

Transparente Prozesse für die Leichtbauforschung – KI-Software analysiert Zusammenhänge

In einem interdisziplinären Leichtbauprojekt der TU Dresden entwickeln die beteiligten Partner eine großserientaugliche Gesamtanlage, die Organobleche, Faserverbund-Hohlprofile und Spritzgießknotenstrukturen in einem einzigen Prozess kombiniert. Um den Testbetrieb gezielt zu unterstützen, haben die Forscher das Softwaresystem Detact integriert, das objektiv auswertbare, vergleichbare und übertragbare Daten liefert.

Die wissenschaftliche Forschung beschäftigt sich seit einigen Jahren mit Hybridstrukturen aus textilverstärkten Thermoplasten und Spritzgießformmassen. Eine sehr praxisnahe Idee verfolgt derzeit das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) an der TU Dresden. Hier entwickelt ein Team aus Forschern und Ingenieuren ein Baukastensystem, mit dessen Hilfe sich Strukturbauteile aus Faserkunststoffverbunden mit Thermoplastmatrix besonders kostengünstig produzieren lassen.

3-Minuten-Produktion

Unter dem Projektnamen ‚FuPro‘ entwickeln Wissenschaft und Industrie gemeinsam eine großserientaugliche Gesamtanlage, die Organobleche, Faserverbund-Hohlprofile und Spritzgießknotenstrukturen in einem einzigen Prozess kombiniert. Die Herausforderung: Der gesamte Herstellungsprozess darf nicht länger als 180 Sekunden dauern, denn erst dann ist er für industrielle Anwendungen wirtschaftlich interessant. Um das zu realisieren, muss die Gesamtanlage vollautomatisch arbeiten. Und die anfallenden Daten müssen an zentraler Stelle zusammengeführt sowie in kürzester Zeit analysiert werden. Nur so können die Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeiter jeden einzelnen Prozessschritt im Blick behalten und die Anlage zuverlässig steuern.

Prozessanalyse mit Detact

Im öffentlich geförderten FuPro-Projekt wollen die Wissenschaftler insbesondere Zusammenhänge zwischen einzelnen Prozessparametern und der Bauteilqualität der Halbzeuge finden und so günstige Prozessfenster für eine Großserienfertigung definieren. Hierfür wurde das KI-System Detact des sächsischen Anbieters Symate



Kurzdarstellung der FuPro-Prozesskette



in den gesamten Testbetrieb integriert. Es arbeitet prozesskettenübergreifend und verwendet komplexe statistische Methoden. Zudem arbeitet Detact mit einer statistisch-objektiven Variation von Parametern im Bündel. Daher ist die Zahl der nötigen Versuche deutlich geringer als bei einer losgelösten Betrachtung auf Basis von Einzelparametern. Ohne dieses System müsste sich das FuPro-Team in vielen Bereichen auf sein Bauchgefühl verlassen. Dr. Robert Kupfer, FuPro-Projektleiter am ILK in Dresden, freut sich über die vielversprechenden Ergebnisse des Projektes und das unkomplizierte Prozessmanagement mit Hilfe von Detact: „Durch die Integration von Detact

werden unsere Ergebnisse vergleichbar und übertragbar.“ Zudem ist FuPro Teil der offenen Forschungsplattform ‚FOREL‘, die beispielsweise mit Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) sowie der statistischen Versuchsplanung (DOE = Design of Experiment) arbeitet. FOREL wurde ins Leben gerufen, um Hightech-Leichtbausystemlösungen in Multi-Material-Design für Elektrofahrzeuge der Zukunft zu entwickeln.

Weitere Informationen:

Stefan Lange,
Symate GmbH, Dresden,
+49 (0) 351 / 89 99 46-80,
stefan.lange@symate.de,
www.symate.de

GUT GERECHNET IST HALB GELEGT

Maschinenunabhängige virtuelle Prozesskette für wirtschaftliche Herstellung von Faserverbund-Preformen

Im Rahmen des Verbundprojekts „OptiTape“ entwickeln drei Partner – die Forschungseinrichtung Neue Materialien Bayreuth GmbH gemeinsam mit SWMS Systemtechnik Ingenieurgesellschaft mbH und Rehau AG + Co – eine maschinenunabhängige Software zur virtuellen Abbildung von Legeprozessen für unidirektional verstärkte thermoplastische Tapes (UD-Tapes). In einer virtuellen Prozessumgebung können dann optimale Legestrategien im Hinblick auf minimalen Verschnitt und Zykluszeit identifiziert werden.

Ein außerordentlich hohes Leichtbaupotenzial weisen thermoplastische Faserverbundkunststoffe auf, die auf UD-Tapes basieren. Mit ihnen können kurze Prozesszeiten erreicht werden, das prädestiniert sie für den Einsatz in Großserien.

Für die Herstellung von maßgeschneideren Laminaten aus diesen Halbzeugen fehlen aktuell jedoch wirtschaftliche Legeprozesse, die eine virtuelle Prozessumgebung inklusive Optimierungsalgorithmen enthalten. Optimierungen sind hinsichtlich der Legenkosten und des Verschnitts nötig. Darum wird die Technologie bisher nicht für Serienbauteile etwa im Automobilbau eingesetzt.

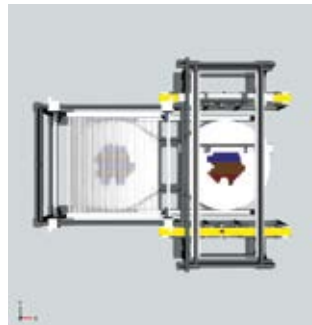
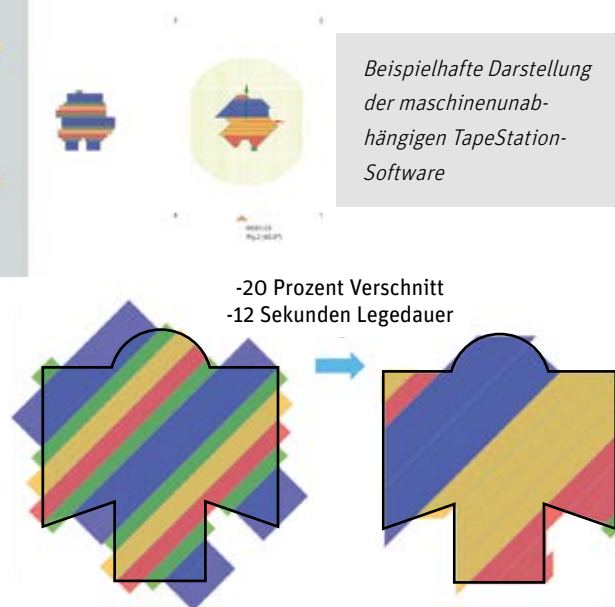


Illustration einer automatisierten Verschnitt-Reduktion durch die entwickelten Algorithmen



„OptiTape“ für optimierte Serienproduktion

Um hier voranzukommen, fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) das Forschungsprojekt „OptiTape“. Projektziel ist es, die Software für einen Gelegeaufbau zu entwickeln, der hinsichtlich der Kosten, des Verschnitts und/oder der Legezeit optimiert ist. Mögliche Eingangsgrößen sollen ebenfalls berücksichtigt werden, etwa verwendete Tapebreiten, eingesetztes Material oder Bauteilgeometrie. Eine solche Software ermöglicht eine ressourcenschonende und wirtschaftliche Herstellung von UD-Stacks im Großserienmaßstab.

Computer und Maschine müssen sich verstehen

Die zahlreichen Eingangsgrößen machen die Optimierung in Hinblick auf Kosten und Verschnitt zu einem komplexen mathematischen Problem, das mit smarten Algo-

rithmen gelöst werden muss. Damit diese Berechnungen in das Umfeld einer stabilen und hochautomatisierten Großserienfertigung übertragen werden können, ist die Kopplung von digitaler und virtueller Arbeitsumgebung zwingend erforderlich.

Zusätzlich werden bei der softwareseitigen Optimierung werkstoffwissenschaftliche Rahmenbedingungen berücksichtigt. Das könnte zum Beispiel der Einfluss von legeinduzierten Spalten und Schweißpunkten auf die mechanischen Eigenschaften des Endbauteils sein.

Diese werkstoffseitigen Kenntnisse über zulässige Defekte und deren Auswirkungen auf die Eigenschaften des Bauteils werden in Grundlagenuntersuchungen ebenfalls im Rahmen des Projekts erarbeitet. Die Erprobung der Software und die Kopplung mit der realen Anlagentechnik führen dann die Fachleute der Neuen Materialien Bayreuth GmbH an der Tapelegeanlage FORCE-Placement durch.

Wertvolle digitale Hilfe

Der Hauptgewinn dieser Untersuchung liegt weniger im Kerndesign selbst als in dem Fakt, dass die digitale simulationsunterstützte Optimierung des Fertigungsmittels die Entwicklungszeit und -kosten erheblich reduzieren konnte. Eine experimentelle Parameterstudie mit diesem Umfang hätte sicherlich keinen positiven Business Case für die Entwicklung innovativer RTM-Kerne ergeben.

Weitere Informationen:

M.Sc. Franz Habla, Wiss. Mitarbeiter,
Kunststoffe | Faserverbundwerkstoffe,
NMB – Neue Materialien Bayreuth GmbH,
+49 (0) 921 / 507 36-402,
franz.habla@nmbgmbh.de,
www.nmbgmbh.de

M. Sc. Marc Loegel,
Teamleiter Composite, SWMS Systemtechnik
Ingenieurgesellschaft mbH, Bremen,
+49 (0) 441 / 960 21-12,
loegel@swms.de,
www.swms.de

CFK-DRUCK OHNE ENDE

3D-Druck von strukturellen Bauteilen aus langfaserverstärkten CFK-Materialien

Das Schweizer Start-up 9T Labs hat einen 3D-Drucker für Carbon-Bauteile entwickelt. Deren Faser-Lagenaufbau wird zunächst mithilfe einer speziellen Software festgelegt und anschließend gedruckt. Im Druckprozess werden die kontinuierlichen Fasern mit der Matrix schichtweise abgelegt. Ziel ist der 3D-Seriendruck von Industrieteilen.

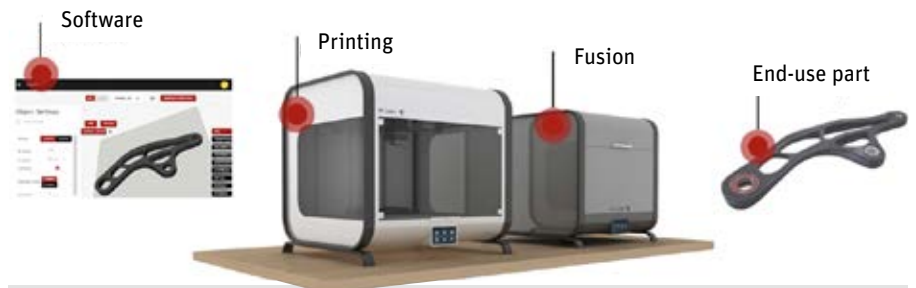
Im Januar 2018 hatten sich drei Absolventen der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich mit einer ebenso einfachen wie genialen Idee selbstständig gemacht und 9T Labs gegründet. Ein spezielles 3D-Druckverfahren soll es künftig möglich machen, strukturelle Bauteile aus faserverstärkten Hochleistungs-Thermoplasten serientauglich zu fertigen. Heute arbeiten bei 9T Labs bereits 14 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an der Umsetzung, mehrere europäische Industriepartner, vornehmlich aus der Luftfahrt-, Automation- und Medizintechnik-Industrie, dürfen schon zum Kundenstamm gezählt werden.

Carbon-Bauteile aus dem 3D-Drucker

Manuelle und kostenaufwendige Prozesse der kontinuierlichen CFK-Fertigung braucht es nicht mehr. Bauteil-Designs werden virtuell angepasst und direkt automatisiert gefertigt, wodurch sich der gesamte Entwicklungs- und Herstellprozess um etwa den Faktor 20 verkürzen lässt. Möglich wird dies, da 9T Labs – sowohl was die Hardware als auch die Software betrifft – neue Wege beschreitet.

Für den Produktionsprozess bietet 9T Labs ein spezielles 3D-Druckverfahren an, das es erlaubt, strukturelle Bauteile aus kontinuierlich carbonfaserverstärkten Verbundwerkstoffen serientauglich zu fertigen. Dies wird durch den patentierten, zweistufigen Prozess realisiert: In einem ersten Schritt wird die Preform in der Druckeinheit gefertigt (s. Abb.). In einem zweiten Schritt (Fusion) erlangt das Bauteil finale mechanische Eigenschaften durch das Applizieren von Druck und Temperatur.

Ein großer Vorteil bei der Produktion von Bauteilen mit dem 3D-Druckverfahren von 9T Labs besteht darin, dass carbonfaserverstärktes Material nur an der Stelle aufge-



9T Labs konzipiert die Red Series als kostengünstiges 3D-Drucksystem für die Serienfertigung

tragen wird, wo ein Bauteil auch tatsächlich Verstärkung braucht. Dies spart nicht nur Zeit, sondern vor allem Material und somit auch Kosten.

Software für Digital Manufacturing

Dass dies in vollem Umfang möglich ist, hängt wiederum mit der eingesetzten Software zusammen. Die Software ermöglicht und unterstützt Design- und Simulationsprozesse, bevor der additive Fertigungsprozess startet (Digital Manufacturing). Sie ist das Resultat einer Weiterentwicklung und Verknüpfung bestehender Softwares, sowie auch eine Folge aus Kooperationen mit namhaften Partnern, wie zum Beispiel ANSYS Switzerland.

Diese Software bringt den Vorteil mit sich, dass sich jedes Bauteil schnell und beliebig oft abändern lässt. Applikationen und gewünschte Spezifikationen lassen sich jederzeit neu testen und anpassen, ohne dass dafür jedes Mal extra eine neue Form gebaut werden muss. In Zukunft werden dadurch, so die 9T Labs-Fachleute, Wochen, wenn nicht Monate an Entwicklungsarbeit wegfallen, was enorme Kosten spart.

„Damit nicht genug“, wie Giovanni Cavolina, Mitgründer von 9T Labs, anfügt: „Wir legen großen Wert auf rentable Kosten-

strukturen im gesamten Fertigungsprozess. In jeder Produktionsevaluation für unsere Kunden gehört deshalb wie selbstverständlich das Durchrechnen der Produktionskosten.“ Überhaupt steht Qualität bei 9T Labs ganz oben auf der Prioritätenliste. Bereits heute sei es möglich, „strukturelle Composite-Bauteile in einer Qualität zu drucken, die vergleichbar ist mit teuren konventionellen Verfahren“.

Weitere Informationen:

Giovanni Cavolina,
9T Labs, Zürich,
+41 78 696 15 00,
info@9tlabs.com, www.9tlabs.com

Composites Europe 2019
10. bis 12. September 19
Halle 7 · Stand F35/11



AFP – AGILITÄT, FORTSCHRITT UND PARTNERSCHAFT

Automated Fiber Placement auf dem Weg in die digitale Zukunft

In den zehn Jahren seit Bestehen von Coriolis Composites in Deutschland hat sich der AFP-Prozess in der Serienfertigung von Composites-Bauteilen etabliert. Nun bewegt sich die Technologie auf die nächste Evolutionsstufe zu. Hierbei spielt die Digitalisierung eine wichtige Rolle. Sie soll dabei helfen, die Composite-Fertigung noch effizienter, produktiver und ökonomischer zu gestalten.

Automatisierte Fertigungstechnologien zur Faserablage wie Automated Fiber Placement (AFP) sind seit Längerem gut erprobt. Insbesondere haben sie sich bewährt in der Produktion für die Luftfahrt, zum Beispiel bei schalenförmigen Bauteilen wie Flugzeugrumpf oder Flügel.

AFP auch für komplexe Geometrien effizient?

Dieser Frage widmete sich bereits vor zehn Jahren Coriolis Composites in Augsburg mit seinen Partnern Fraunhofer IGCV, Premium Aerotec und Airbus anhand der komplexen Türspante des A350. Eindeutig mit „ja“ beantwortet wird die Frage durch den Erfolg dieser Entwicklung, von ersten Probelaminaten bis zur Produktion bei Premium Aerotec. Kosten und Gewicht konnten gesenkt, die erforderliche Fertigungsrate und Prozesssicherheit erreicht werden.

Die intensive Partnerschaft von industrienahe Forschung, innovativem Maschinenhersteller und flexiblem industriellem Entwicklungsteam ermöglichte das Einhalten des engen Zeitrahmens und der Qualitätsstandards. Insbesondere wurden die jeweiligen Einzelprozessschritte eng verzahnt und die Prozesskette um das zentrale Element der Coriolis C1 AFP-Anlage optimiert.

Erfolgsfaktoren für innovative AFP-Applikationen?

Agilität und Flexibilität sind Schlüsselfähigkeiten, um die Technologie schnell einzuführen und effizient einzusetzen. Das kann erreicht werden durch Nutzung zuverlässiger Standardkomponenten der AFP-Anlage, gepaart mit flexiblem, angepasstem Anlagenlayout, was gleichzeitig das Investitionsrisiko minimiert. Voraussetzung hierfür ist jedoch die nachhaltige Skalierbarkeit vom Labor- bis zum Industriemaßstab.

Um Kunden- und Bauteilanforderungen noch effizienter gerecht zu werden, verwendet Coriolis Composites in seiner neuesten Anlagengeneration für hohe Ablegeraten, der Coriolis C5, einen modularen



Coriolis C5

Ansatz. So können dem Ablagekopf einfach Fasermodule hinzugefügt oder entnommen werden.

Chancen der Digitalisierung?

Digitalisierung stellt die nächste Evolutionsstufe der bereits effizienten und hochautomatisierten AFP-Technologie dar. Systeme wie Edge-Computing oder Cloudanwendungen wie MindSphere sollen die gesamte Prozesskette intelligent vernetzen und Prozessdaten jederzeit an der richtigen Stelle verfügbar machen. Über den digitalen Bauteil- und Prozesszwilling lassen sich so Vorhersagen hinsichtlich Bauteilqualität oder Prozessperformance treffen. Mittels verschiedener Applikationen können diese Informationen abgerufen und der Prozess hinsichtlich dieser Aspekte optimiert werden. Über Predictive Maintenance wiederum können Maschinenstillstandzeiten und Prozesskosten gesenkt werden.

Dabei spiegelt der Ansatz der Digitalisierung – nämlich die Fertigungsprozesse agiler, effizienter und fortschrittlicher zu machen – genau die Idee wider, die Coriolis Composites seit seiner Gründung verfolgt. Konsequenterweise widmen sich die Coriolis-Fachleute heute, in engen Partnerschaften mit Forschung und Industrie, verstärkt diesem Thema, mit dem Ziel, die Composites-Fertigung mittels AFP auf die nächste Stufe zu heben.



Serienfertigung bei Premium Aerotec mit der Coriolis C1

© Premium AEROTEC

Weitere Informationen:

Thomas Gahr,
Coriolis Composites GmbH, Augsburg,
+49 (0) 821 / 80 90-30 92,
gmbh@coriolis-composites.com,
www.coriolis-composites.com

Composites Europe 2019
10. bis 12. September 19
Halle 9 • Stand E10



AUSLEGUNG & CHARAKTERISIERUNG

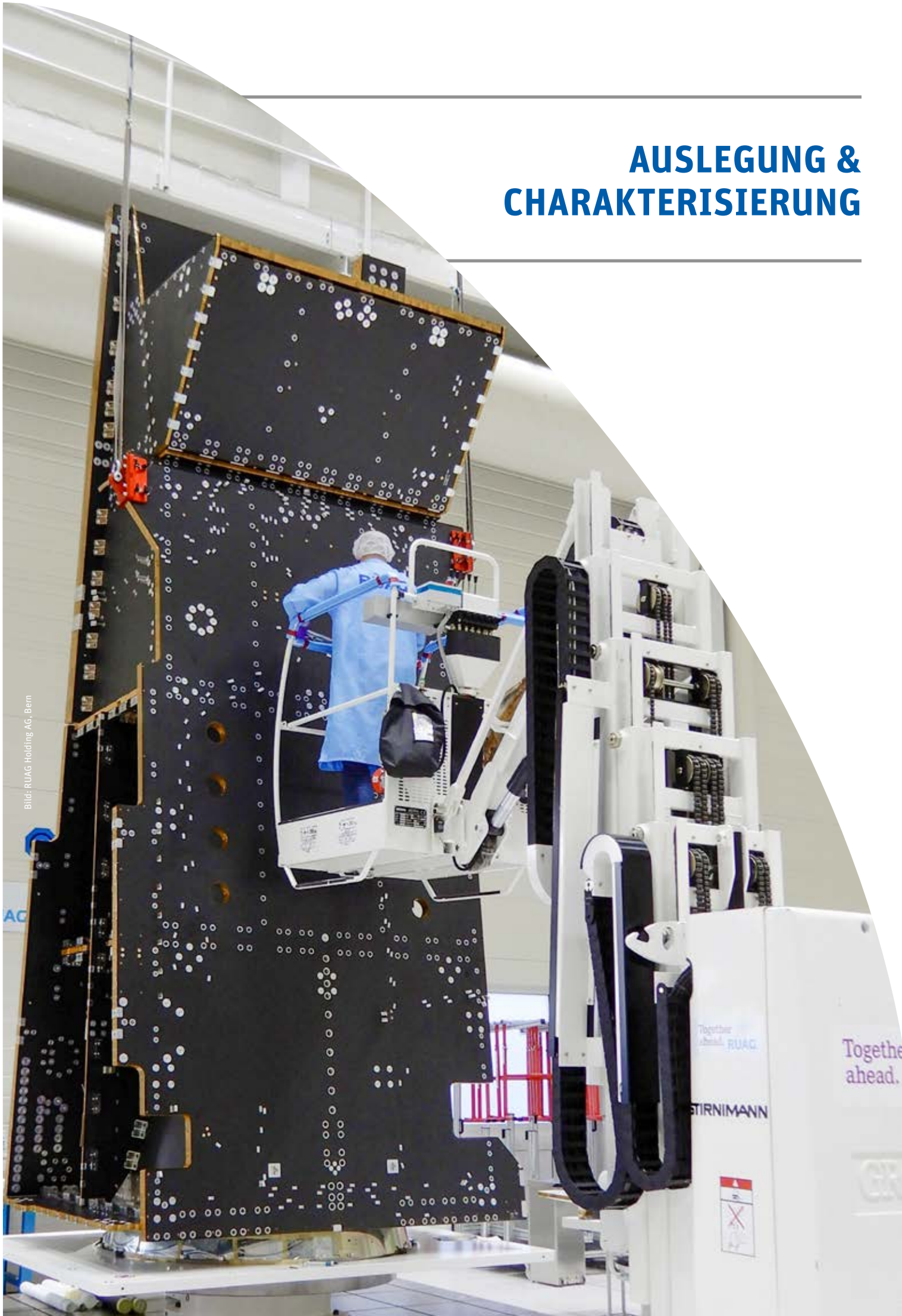


Bild: RUAG Holding AG, Bern



Bauteilfertigung mittels Continuous Blow Moulding

FASERVERSTÄRKTE HOHLPROFILE IN SERIE

CBM – Continuous Blow Moulding – zur Herstellung von faserverstärkten Leichtbauprofilen

Unbegrenzte Profillängen können nun kontinuierlich gefertigt werden, theoretisch zumindest. Die Basis bilden hochwertig geflochtene Preformen aus Hybridgarnen. Möglich wurde das durch die Zusammenarbeit von thoenes® und dem Institut für Leichtbau- und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden. Gemeinsam entwickelten sie eine neuartige modulare Prozesskette zur wirtschaftlichen Herstellung funktionaler Faserthermoplast-Verbund-Tragwerksprofilstrukturen.

Kernstück ist das neu entwickelte kontinuierliche Blasformverfahren Continuous Blow Moulding (CBM). Das macht es erstmals möglich, Faserthermoplast (FTV)-Profilstrukturen aus Hybridgarnen praktisch endlos in einem Serienprozess herzustellen und mit Lasteinleitungselementen prozessintegriert zu kombinieren. Die zugrundeliegende Flechttechnologie erlaubt die Kombination unterschiedlicher Faserhalbzeuge (z.B. Glas- und Kohlenstoff-faserhybridgarne). So kann jedes Bauteil an spezifische wirtschaftliche und technische Anforderungen angepasst werden.

Bis zu 144 Rovings werden gleichzeitig auf einem multifunktionalen Liner lastpfadgerecht abgelegt. Mechanische Parameter wie Steifigkeit oder Zugfestigkeit können über Flechtwinkel und Faserarchitektur eingestellt werden. Dies ist insbesondere bedeutsam für Strukturbauteile wie Zug-Druck-Streben und deren Lasteinleitungsbereiche, die eine höhere Steifigkeit und Festigkeit erfordern.

Technische Umsetzung

Die entscheidende prozesstechnische Neuerung ist die entwickelte Konsolidier-

einheit. Im Gegensatz zum konventionellen Blasformen befindet sich beim CBM die geflochtene Preform in einem formgebenden Werkzeug. Es ist an den Enden offen und wird durch Heiz- und Kühlelemente temperiert. Eine Abdichtvorrichtung gewährleistet die Beaufschlagung des Konsolidierbereiches mit einem Innendruck von bis zu 10 bar. Diese Art Abdichtung wurde mit Temperaturen von bis zu 270 °C erfolgreich erprobt.

Um zu verhindern, dass im Konsolidierungsprozess Luft ins Bauteil gelangt, wird ein innenliegender Polymerschlauch zusammen mit der Flechtpreform konsolidiert und verbleibt als mediendichte Membran in der Struktur. Dadurch können ohne separaten Arbeitsschritt Chemikalienbeständigkeit und Verschleißverhalten signifikant verbessert werden.

Gemacht für die Serie

Sein hohes Automatisierungspotenzial und die geringe Taktzeit prädestinieren CBM für die Serienproduktion von Leichtbautragwerken. Darüber hinaus gewährt die modulare Prozesskette eine weitreichende Flexibilität bezüglich der Geometrie herzu-

stellender Strukturen. Beim CBM-Prozess können durch den Austausch des formgebenden Werkzeuges unterschiedliche Profildurchmesser und sogar -querschnitte schnell und kostengünstig realisiert werden. So entstehen nachbearbeitungsfreie Bauteile mit hoher Oberflächengüte.

Die kurzen Taktraten resultieren aus dem Wegfall von Aushärtereaktionen. Darüber hinaus erlaubt die Thermoformbarkeit der Profilstrukturen eine lokale Umformung und die Integration von Lasteinleitungs- und Funktionselementen. Die Bauteilkonfektionierung erfolgt auftragspezifisch und individuell. Aufgrund geringer Werkzeuginvest-Kosten ist die entwickelte Prozesskette für thoenes® als mittelständisches Unternehmen wirtschaftlich und skalierbar.

Weitere Informationen:

thoenes® Dichtungstechnik GmbH, Klipphausen

Thomas Zocher, Geschäftsführer,
thomas.zocher@thoenes-solutions.com

Dipl.-Ing. Peter Schneider,
Leiter Forschung und Entwicklung,
peter.schneider@thoenes-solutions.com
+49 (0) 352 04 / 39 28-0,
www.thoenes-solutions.com

Die Entwicklung wurde im Rahmen des EFRE-Programms von der Sächsischen Aufbaubank gefördert.

KENNWERTERMITTLUNG EINFACH UND SCHNELL

Neues Prüfverfahren für die Erfassung der Querdrukfestigkeit von Laminaten

Die compoScience GmbH qualifiziert eine neuartige Methode zur Ermittlung statischer und zyklischer Querdrukfestigkeiten. Mittels einer Vierpunkt-Biegeprüfung lassen sich Kennwerte schneller und wirtschaftlicher ermitteln als bislang üblich. Die Methode ist anwendbar für nahezu beliebige Werkstoffkombinationen.

Eine exakte numerische Auslegung von Compositebauteilen kann nur erfolgen, wenn für die verwendete Faser-Matrix-Kombination verlässliche Werkstoffkennwerte verfügbar sind. Für zyklisch beanspruchte Bauteile müssen diese Kennwerte in Abhängigkeit von der Lasthäufigkeit vorliegen. Wenn solche Werte überhaupt bekannt sind, so meist für die faserparallelen Verbundeigenschaften, teilweise noch für die häufig versagensdominierenden Querdrukfestigkeiten der unidirektionalen Schicht. Bei der Druckfestigkeit quer zur Faser bedient man sich bei den wenigen Literaturstellen oder es werden die in der FE-Software implementierten Daten verwendet.

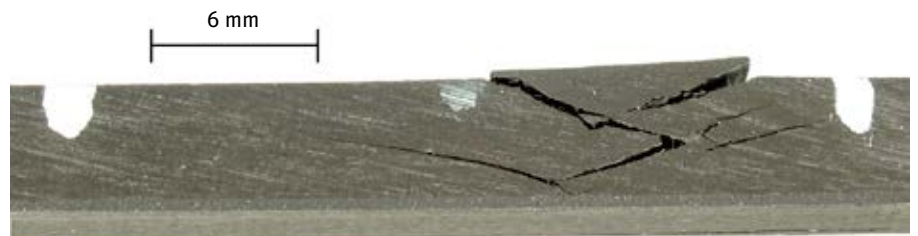
Der Unterschied von ‚dünn‘ und ‚dick‘

Diese Vorgehensweise ist akzeptabel bei dünnwandigen Compositebauteilen, da diese üblicherweise nicht unter Querdrukbeanspruchung versagen. In der Regel zeigen solche Strukturen Stabilitätsversagen in Form von Knicken oder Beulen lange bevor die Querdrukfestigkeit des Verbundes erreicht wird.

Für dickwandige Faserverbundbauteile wie Rotorbandagen oder Federelemente sind Querdrukspannungen aber häufig versagensrelevant und die Kenntnis der Querdrukfestigkeit absolut unerlässlich. Zudem führt das Versagen einer Einzelschicht infolge Querdrukspannungen aufgrund der besonderen Versagensmechanismen in der Regel zu Totalausfall der Gesamtstruktur.

Ungeliebte Notwendigkeit

Warum wurde der Querdrukfestigkeit bislang trotzdem so wenig Aufmerksamkeit beigemessen? Neben der geringen Relevanz für „klassische“ dünnwandige Compo-



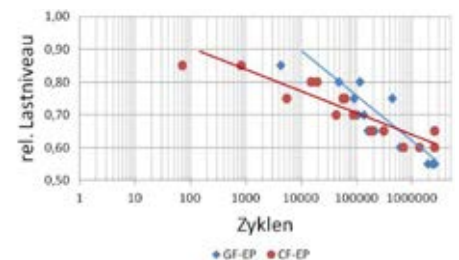
Versagensbereich nach zyklischer Querdrukprüfung. Es tritt ein Keilbruch auf, der häufig zum strukturellen Totalversagen führt

sites mag dies auch in dem hohen Prüfaufwand liegen. Probenknicken und Versagen in der Krafteinleitung seien an dieser Stelle genannt. Zudem sind die möglichen Prüffrequenzen aufgrund der komplexen – und schweren – Krafteinleitungen sehr gering. Das Erprüfen einer Wöhlerkurve für zum Beispiel 106 Zyklen und mehr wird so zu einer zeitintensiven und kostspieligen Angelegenheit.

Dann förderte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) ein Projekt zur Kostenreduktion bei der Herstellung von Schwungmassenspeichern. In diesem Rahmen entwickelte die compoScience GmbH eine Prüfmethode, die es erlaubt, die Querdrukfestigkeit beliebiger unidirektionaler Lamine in Abhängigkeit von der Lastspielzahl zu ermitteln.

Verkleinerter Maßstab

Das Verfahren basiert auf einer Vierpunkt-Biegeprüfung von bidirektionalen Werkstoffproben. Die Probe wird dominiert von quer zur Biegerichtung orientierten Fasern, die bei Auslenkung der Probe auf Querdruk beansprucht werden. Auf der Biegezugseite hingegen befindet sich eine dünne, längs orientierte Schicht die das Versagen der Probe unter Querdruk verhindert. Die Auswertung der Dehnungen der Biegedruckseite erfolgt optisch.



Wöhlerdiagramm für die schwellende Querdrukfestigkeit von Glas- und Kohlenstofffaser-EP-Verbunden

Aufgrund der geringen Massen von Probe und Vorrichtung können Prüffrequenzen von bis zu 20 Hz gefahren werden. Das garantiert gemeinsam mit dem vergleichsweise schlichten Prüfaufbau und der einfachen Probenfertigung eine wirtschaftliche Kennwertermittlung.

In dem Forschungsprojekt wurden zahlreiche Faser-Matrix-Kombinationen untersucht und hinsichtlich ihrer Eignung für hochbelastete Schwungmassen bewertet. Aktuell wird die Prüfmethode auch an Werkstoffproben mit thermoplastischer Matrix angewandt.

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Martin Fleischhauer,
compoScience, Darmstadt,
+49 (0) 61 51 / 95 00-667,
info@composcience.de,
www.composcience.de

HAND LAY-UP EINFACH AUTOMATISIERT

Crosslayer macht Faserablage kostengünstig, prozesssicher und verschnittfrei

Zwischen Handablage und hoch automatisierten Tape Placement-Anlagen gab es bislang keine Alternativen. Das Konsortium der drei Partner Filacon by Tajima, M&A Dieterle und Institut für Flugzeugbau wollte das ändern. Der gemeinsam entwickelte „Crosslayer“ schließt nun die Lücke.

Auf der Composite Europe 2018 fiel der Startschuss für die gemeinschaftliche Entwicklung einer Faser Placement Anlage namens „Crosslayer“.

Mehrwert durch Zusammenarbeit

Unterschiedliche Kompetenzen flossen in diese Neuentwicklung ein: für Stickmaschinen und Faserablage steht die Tajima GmbH, M&A Dieterle GmbH als Maschinenbauer und Faserverarbeiter und als Composite-Urgestein das Institut für Flugzeugbau (IFB) der Universität Stuttgart. Räumliche Nähe, schnelle Entscheidungswege und ein offener Austausch ermöglichten die schnelle Umsetzung von der Idee bis zur kundenreifen Anlage.

Gespreizte Faserbänder, zum Beispiel mit 80 g/m² Flächengewicht, werden effizient und verschnittfrei mit flexibler Orientierung zu individuellen Gelegen bzw. Preforms gelegt. „Der Crosslayer schließt eine Marktlücke“, so der langjährige Experte im Faserlegen, Dr. Stefan Carosella vom IFB, „denn zwischen händischem Ablegen von Prepreg-Halbzeugen und hoch automatisierten Tapelege-Anlagen gab es vorher keine Alternativen.“

Einfachheit ist sexy

Anlehnend an eine TFP-Stickmaschine, legt der Crosslayer Preforms von maximal 1.000 x 500 Millimeter Größe auf einem Ablegerahmen, der in x-y-Richtung fährt. Der Legekopf verfügt über die Funktionen Abwickeln, Aufheizen, Schneiden, Anpressen und ist um 360 Grad drehbar. Er kann pneumatisch abgesenkt und angehoben werden, um mehrere Lagen übereinander zu platzieren. „Der Crosslayer integriert bewährte textile Prozesse zu einem einfachen und kostengünstigen Anlagenge-



Bild: IFB Stuttgart

Endkonturnahe und damit verschnittfreie Preforms. Crosslayer-Legeprozess und Tailored Fibre Placement sind kombinierbar

samt-konzept. Die Einfachheit und Robustheit war uns wichtig, um bestehende Handablage-Prozesse so zu automatisieren, dass ein Wechsel zum Crosslayer leicht möglich ist“. Entsprechend können Preforms mit dem Crosslayer ohne großen Programmieraufwand und nach kurzer Einlernphase hergestellt werden. Das bestätigt auch Carosella's Erfahrung: „Unsere Studenten sind in der Lage, nach zwei Tagen Einarbeitung, wie bei der TFP-Technologie, selbstständig Maschinenprogramme zu erzeugen und die Maschine zu bedienen.“

Prozesssicherheit, wenig Verschnitt, flexible Produktion und einfacher Einstieg sind für neue Produktentwicklungen ebenso gefragt, wie für kleine und mittlere Serien. Kunden sehen in Machbarkeitsversuchen, wie schnell Ergebnisse generierbar sind. Gelegenheit zur Begutachtung besteht auf der Composites Europe. Hier zeigen die Partner auf dem Gemeinschaftsstand CC BW, Leichtbau- und LBZ BW live den Mehrwert ihrer Zusammenarbeit an einem fahrtüchtigen Leichtbau-Skateboard.

Composites Europe 2019
10. bis 12. September 19
Halle 7 · Stand D12



Bild: M&A Dieterle

Der Crosslayer für flexibles Preformen



Bild: M&A Dieterle

Leichtbau-Skateboard aus einem Pappkern und sehr dünnen Carbongelegen

Weitere Informationen:

Dr. Bettina Schrick,
Projektmanagerin, M&A Dieterle GmbH Maschinen- und Apparatebau, Ottenbach,
+49 (0) 71 65 / 201-0,
bettina.schrick@ma-dieterle.de,
www.ma-dieterle.de

Dr. Stefan Carosella,
Gruppenleiter Faserverbundtechnologie,
Institut für Flugzeugbau der
Universität Stuttgart,
+49 (0) 711 / 685-602 45,
carosella@ifb.uni-stuttgart.de,
www.ifb.uni-stuttgart.de

FERTIGUNG & BEARBEITUNG



MIT LEICHTER HAND

CFK-Leichtbaulösung generiert mit Materialmix Mehrwert auch im Anlagenbau

Nicht nur im Flugzeug-, Automobil- und Sportgerätebau, auch in weniger offensichtlichen Branchen wie dem Maschinen- und Anlagenbau können Leichtbaulösungen mit einem intelligenten Materialmix Mehrwert generieren und einen Wettbewerbsvorteil schaffen. Beispielhaft hierfür hat die Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH (LZS) nun ein Entwicklungsprojekt mit der Romaco Kilian GmbH abgeschlossen, einem der global führenden Anbieter von Tablettenpressen.



Einsatzbereiter CFK-Kranbahn-Träger vor der Übergabe an den Kunden

Bei Tablettierungsanlagen sind unter Umständen mehrmals täglich Werkzeugwechsel nötig. Üblicherweise erfolgt dieser Wechsel über eine anlagenintegrierte Aushebevorrichtung. Dafür muss allerdings Bauraum im Inneren der Maschine vorgehalten werden. Alternativ kann eine fahrbare Aushebevorrichtung verwendet werden. Die stellt aber durch begrenzte Platzverhältnisse und empfindliche Anlagenteile hohe Anforderungen an das Personal.

Geplante Lösung

Um Bauraum zu sparen und gleichzeitig den Werkzeugwechsel zu optimieren, entwarf Romaco Kilian das Konzept einer Kranbahn, die in die Tablettierungsanlage eingehängt werden kann. Damit wird das Werkzeug aus der Anlage gefahren und dann auf einem Hubwagen abgesetzt. Mit dem Entwicklungsauftrag trat Romaco Kilian an die LZS GmbH heran. Bereits die Eckdaten waren anspruchsvoll: Damit ein einzelner Angestellter die Kranbahn handhaben kann, war eine maximale Eigenmasse von 9 Kilogramm gefordert – bei einer Traglast von 600 Kilogramm. Gleichzeitig sollte die Bahn sehr steif sein, um unbeabsichtigte Bewegungen des Werkzeugs zu vermeiden.

Praktische Umsetzung

Zunächst verglichen die LZS-Fachleute unterschiedliche Materialien und Bauweisen in einer numerischen Variantenstudie. Dabei stellte sich CFK als leistungsfähigste Werkstoffoption für die Kranbahn heraus – sowohl im Hinblick auf die Festigkeit der Struktur als auch auf die Steifigkeit, die sich durch die gezielte lokale Anordnung der Fasern anpassen lässt.

In der Vorauslegung wurden unterschiedliche Bauweisen im Hinblick auf Kosten, Montage- und Fertigungsaufwand sowie auf den Leichtbaugrad verglichen. Die Ergebnisse mündeten in ein Konzept auf Basis einer integralen faserverbundintensiven Hybridbauweise aus CFK und metallischen Lasteinleitungselementen. Dem folgten Detailkonstruktion und -auslegung sowie die Fertigung und Prüfung erster Prototypen.

Schneller Erfolg

Es war eine herausfordernde Aufgabe, eine einteilige Aushebe-Vorrichtung für das Presswerkzeug einer schnell laufenden Tabletten-Pressmaschine zu entwickeln, die von einer Person montiert und demontiert werden kann. Durch die Bündelung aller

Entwicklungskompetenzen der LZS GmbH konnte sie in nur drei Monaten realisiert werden. Da die Montage nun in nur einem Arbeitsschritt möglich ist, verringert sich bei jedem Werkzeugwechsel teure Stillstandszeit, was die Produktivität der Anlage signifikant steigert.

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Florian Lenz,
Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH, Dresden,
+49 (0) 351 / 44 69 60-17,
florian.lenz@lzs-dd.de,
www.lzs-dd.de

Composites Europe 2019
10. bis 12. September 19
Halle 7 · Stand F57/07



COMPOSITES EUROPE

SCHNELL VON DER ROLLE

Automatisiertes Faserwickeln verbessert Produktivität und Qualität

Ausgangspunkt ist die Überlegung, dass bei der Herstellung von Faserverbundbauteilen eine Automatisierung von Prozessschritten die Produktivität von Fertigungslinien erhöht. Für das Filament Winding (Faserwickeln) entwickelt Maschinenbauer Roth Composite Machinery gezielte Automatisierungslösungen, die die Prozessqualität verbessern sowie geringere Materialverbräuche, höhere Maschinenlaufzeiten und niedrigere Fehlerquoten erreichen.

Mit Fallstudien und internen Versuchsreihen am Kernprozess Filament Winding kann Composite Machinery Kapazitätsvorteile von über 30 Prozent gegenüber dem Stand der Technik aufzeigen.

Erhöhte Effektivität

Dr. Andreas Reimann, Geschäftsführer bei Roth Composite Machinery mit Hauptsitz in Steffenberg, erklärt: „Kunden berichten nach dem Umstieg auf unsere automatisierten Anlagen über eine wesentlich bessere Overall Equipment-Efficiency (OEE) bei der Herstellung von Drucktanks für die Speicherung von gasförmigen oder verflüssigten Brenn- und Treibstoffen. Maschinenpräzision und Prozesssicherheit führen in der Produktion zu geringen Streuweiten der Qualität der gefertigten Behälter, insbesondere bei der Berstdruckprüfung. So kann bei der Dimensionierung der Produkte ggf. weniger Material eingesetzt werden.“

„Zudem“, fährt Reimann fort, „tragen die Automatisierungslösungen der Kernprozesse solcher Anlagen dazu bei, markante Produktivitätsvorteile zu erzielen.“ Beispielsweise ermöglicht ein in den Verlegeschlitten integriertes, patentiertes Verfahren das automatische Anlegen und Abschneiden der Faser. Somit können Produktwechsel- und Rüstvorgänge automatisiert ablaufen, was ebenfalls die Effizienz steigert.

Gewinkelte Gastanks

Auf dieser Basis sieht sich Roth Composite Machinery in der Position, neue Standards im Maschinenbau für die Serienproduktion von Flüssiggastanks im Filament Winding Verfahren zu setzen. Das Unternehmen entwickelte etwa eine vollautomatische Pro-



Bilder: Roth Composite Machinery

Mit einer Zykluszeit von 43 Sekunden pro Tank ermöglicht die Anlage die Herstellung von 600.000 LPG-Behältern jährlich

duktionslinie mit vier Wickelstellen und je fünf Spindeln. Sie ermöglicht die Herstellung von mehr als 600.000 LPG-Behältern jährlich (LPG: Liquefied Petroleum Gas). Nicht ohne Stolz erklärt Reimann: „Mit einer Zykluszeit von 43 Sekunden pro Behälter ist sie derzeit die effektivste Fertigungsline dieser Art weltweit.“

Die Anlage zur Herstellung der faserverstärkten Kunststoffbehälter ist im Twin-Konzept aufgebaut. Ein Portal beherbergt

zwei Wickelstellen. Die Be- und Entladung der Behälter erfolgt mit Robotern. Das Imprägnierbad mit Wechseltisch für das Tränken der Fasern reduziert die Produktionsunterbrechungszeiten um rund 80 Prozent. Und das Portal im Gantryverbund sorgt für höchste Präzision und Steifigkeit des Systems.

Zudem sind bei dieser Anlage folgende Bearbeitungsschritte automatisiert: Messung des Innenkörpers, Materialbewegungen mithilfe von Robotern, Behältermontage, Druckbeaufschlagung und Oberflächenbehandlung der Liner, Greiferanpassungen, Qualitätsdatenkontrolle, Überwachung der Faserspannung und Dosierung der Imprägnierharzmenge.



Vollautomatisierte Produktionslinie zur Serienfertigung von LPG-Behältern. Roth Composite Machinery bietet für die Anlage Service durch Fernwartung

Weitere Informationen:

Dr. Andreas Reimann,
Geschäftsleitung Roth Composite Machinery GmbH,
Steffenberg,
+49 (0) 64 64 / 91 50-0,
andreas.reimann@roth-industries.com,
www.roth-composite-machinery.com

Composites Europe 2019
10. bis 12. September 19
Halle 9 • Stand E74



ULTRASCHALLSCHNEIDEN & ULTRASCHALLSTANZEN

Vielversprechende Bearbeitungstechnologien für Verbundwerkstoffe

Bewährt hat sich beim Bearbeiten von Verbundwerkstoffen der Sonotec-Ultraschallschneider. Er nutzt die patentierte Ultraschall (US)-Schneid-Technologie des japanischen Herstellers Sonotec Co. Ltd. In Deutschland wird er von der DJK Europe GmbH vertrieben, einem im hessischen Eschborn ansässigen Tochterunternehmen der japanischen Handelsfirma Daiichi Jitsugyo Co. Ltd.

Ein Ultraschallschneider besteht aus Ultraschallgenerator, Hochfrequenzkabel, US-Konverter und der Sonotrode als schwingendem Teil des Werkzeugs. Die gegen Unendlich gehende Ultraschallschwingung bestimmt die Schnittgeschwindigkeit, die normalerweise durch die Vorschubgeschwindigkeit definiert ist. Das eigentliche Schneiden übernimmt die Klinge. Je nach Material oder Prozess werden unterschiedliche Klingen-Geometrien angeboten. Alleine das abgestimmte Gesamtsystem erlaubt den Schneidvorgang. Ist das System nicht abgestimmt, schwingt es nicht einmal, wenn Hochfrequenzspannung anliegt.



Beim US-Stanzen wird das Material im Schneidbereich nicht erwärmt. So entstehen keine Verformungen an lackierten Teilen und der Schnitt ist sehr sauber

Hohe Ansprüche an die Optik

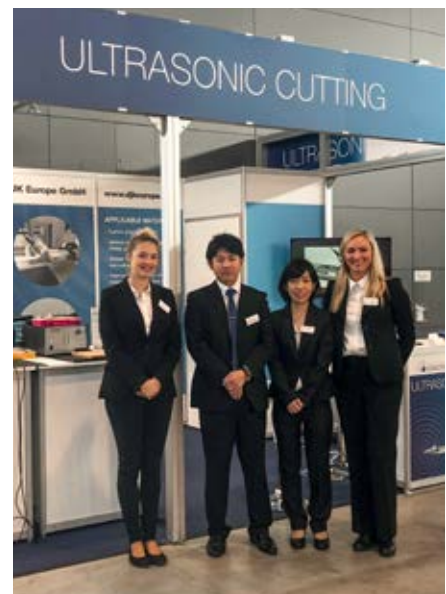
In der Automobilindustrie ist konstruktiver Leichtbau ein wichtiger Trend. Dabei gelten faserverstärkte Kunststoffe als Favoriten unter den Leichtbauwerkstoffen. Die Bearbeitung mithilfe von Ultraschall ermöglicht das Schneiden oder Stanzen auch in bereits lackierten Teilen wie zum Beispiel Stoßfänger. Das Ergebnis ist ein sauberer Schnitt ohne Spuren an der hochempfindlichen Sichtseite in hoher optischer Qualität.



Gelegenheit zum Selbstversuch mit mitgebrachten Musterteilen ...

Eigene Musterteile auf der Messe testen

„Kostengünstig und zeitsparend“, so DJK Europe, sei die Ultraschallbearbeitung. Schneidtechnologien wie Fräsen, Wasserstrahlschneiden und Laserschneiden sind bereits sehr präsent. Um hier aufzuschließen, bietet DJK Europe auf der Composites Europe 2019 Interessenten die Gelegenheit, eigene Schneidtests mit Ultraschall durchzuführen. Messebesucher sind eingeladen, eigene Musterstücke mitzubringen und unter Aufsicht und mit professioneller Beratung selbst zu bearbeiten. Alle angebotenen Systeme und Klingenformen können hier manuell getestet werden.



... am Stand der DJK Europe GmbH auf der Composites Europe 2019

Weitere Informationen:

Karin Koczulla,
DJK Europe GmbH, Eschborn,
+49 (0) 61 96 / 776 14 15,
karin.koczulla@djkeurope.com,
www.djkeurope.com

Composites Europe 2019
10. bis 12. September 19
Halle 7 · Stand B99



Einigkeit durch Druck

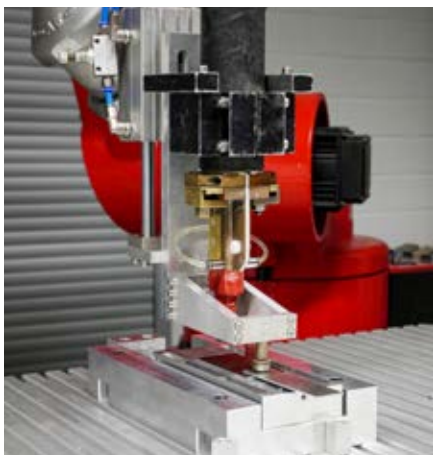
Schnelles punktförmiges Fügen von Metall und Thermoplast mit der HPCi®-Fügezange

Die HPCi®-Fügetechnologie ermöglicht das Verbinden von faserverstärkten Thermoplasten mit Metallen innerhalb von wenigen Sekunden. Die Verbindungen erreichen direkt im Anschluss an den Fügeprozess Zugschersfestigkeiten von bis zu 25 MPa. Zusatzwerkstoffe sind dabei nicht notwendig.

Innovative Leichtbaukonzepte für Karosserie- und Flugzeugbau vertrauen zunehmend auf das Multi-Material-Design. Eine besondere Herausforderung stellt dabei der Fügeprozess dar. Konventionelle Technologien zum Fügen von Metallen mit Kunststoffen sind bezüglich der Prozesszeit oft uneffektiv (Kleben) oder leiten die zu übertragenden Kräfte nicht immer optimal in den Faserverbundwerkstoff ein (Nieten, Clinchen). Außerdem vertrauen diese Technologien auf Zusatzmaterialien, die Masse und Kosten der Konstruktion erhöhen.

Punktgenaues Fügen

Das neu entwickelte integrative Werkzeug HPCi®: HeatPressCool-Integrative erinnert optisch an eine Widerstandspunktschweißzange, ermöglicht jedoch das Fügen artfremder Werkstoffe. Das System basiert auf der Technologie des thermischen Direktfügens. Dabei wird der Kunststoff an der Grenzfläche zum Metall erwärmt und mit diesem verpresst. Der nun erweichte Thermoplast dringt in eine mittels Laser systematisch generierte Oberflächenstruktur im Metall ein und ist nach dem Abkühlen und Erstarren der Schmelze fest angebunden.



Robotergekoppelte HPCi®-Fügezange

Der Prozess kommt ohne Zusatzwerkstoffe aus. Die Verbindungen sind sofort belastbar und erreichen Zugschersfestigkeiten von bis zu 25 Megapascal.

Funktionselemente

Als Erwärmungsquelle dienen Induktoren, die mittels elektromagnetisch-thermischer Finite Elemente Analyse ausgelegt werden. Magnetische Feldkonzentratoren verstärken den Wirkungsgrad zusätzlich. Pressgeometrien aus technischen Keramiken, gekoppelt mit Aktuatoren, beaufschlagen die Grenzfläche mit dem nötigen Fügedruck während des Verbindungsprozesses.

Die HPCi®-Fügezange kann robotergeführt oder stationär betrieben werden und funktioniert sowohl bei ein- als auch bei zweiseitiger Zugänglichkeit. Materialeitig bestehen bezüglich des Metalls keine Einschränkungen. Der organische Fügepartner muss thermoplastische Eigenschaften aufweisen. Bereits erfolgreich getestet wurden konventionelle Stähle genauso wie verschiedene Aluminium- und Titanlegierungen in Kombination mit Standard-, technischen und Hochleistungsthermoplasten.

Gute Gründe für die Zange

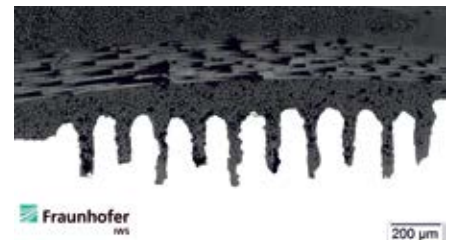
Mithilfe der Fügezange können die Prozesszeiten zum Fügen von Faserverbundbauteilen mit Metallen von mehreren Minuten auf wenige Sekunden verkürzt werden. Denkbar sind Anwendungen zum Beispiel zur Substitution zeitintensiver Klebprozesse. Die Verbindungen können sowohl zum strukturellen Fügen für die Herstellung von Leichtbaugehäusen als auch zur Vorfixierung für langsam aushärtende Klebstoffsysteme dienen. Selbst ansonsten nur mit großem Vorbehandlungs- und Modifizierungsbedarf klebbare Materialien wie PEEK oder Fluorther-

moplaste lassen sich mit HPCi®: HeatPressCool-Integrative schnell und sicher fügen.

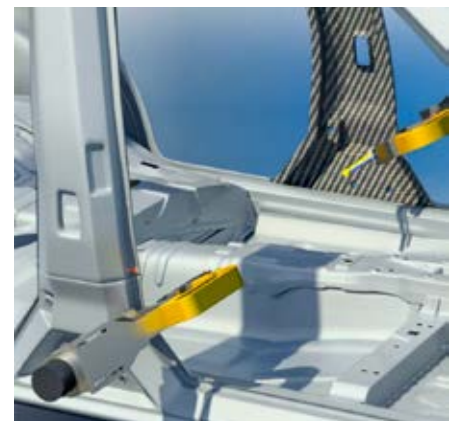
Vorteile gegenüber der Herstellung einer Verbindung im Spritzgießprozess liegen in der größeren Freiheit bezüglich der Geometrie der Baugruppe und der Unempfindlichkeit gegenüber größeren Bauteiltoleranzen. Die Technologie kann in existierende Fertigungsketten integriert werden und erhöht die Effizienz bei der Herstellung von Metall-FKV-Hybridbauteilen maßgeblich.

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Philipp Götte,
Arbeitsgruppe Kleben und Faserverbundtechnik,
Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und
Strahltechnik IWS, Dresden,
+49 (0) 351 / 833 91-38 67,
Philipp.Goetze@iws.fraunhofer.de,
www.iws.fraunhofer.de



Querschnitt einer gefügten Verbindung aus Baustahl und glasfaserverstärktem PA6



Potenzieller Anwendungsfall für den Karosseriebau: Fügen einer Hybrid B-Säule

BRANCHEN & QUERSCHNITT



Abschluss-Treffen der diesjährigen CCeV-Trainees bei CCeV-Mitglied SGL Carbon

Erfolgreich verbindet das Trainee-Programm des CCeV topaktuelle Theorie mit passenden Praxisanwendungen. Trainees und Fachleute der Leichtbau-Branche trafen sich bei der Abschlussveranstaltung des Jahrgangs 2018/19 zum kollegialen Kamingespräch.



Gastgeber Dr. Tilo Hauke, SGL, stellt die Teilnehmer der Podiumsdiskussion vor

Zwölf Studierende erhalten jedes Jahr einen der begehrten Plätze beim Trainee-Programm des Carbon Composites e.V. (CCeV). Studienbegleitend können sie dann ein Jahr lang in Betrieben und Instituten von CCeV-Mitgliedern in Theorie und Praxis wertvolle Einblicke gewinnen in unterschiedlichste Bereiche des modernen Leichtbaus. Der Trainee-Jahrgang 2018/19 traf sich im Frühjahr 2019 zum abschließenden Kamingespräch bei SGL in Meitingen.

„Erfolg entscheidet sich im Leben an kritischen Entscheidungen“, verrät Keynote Speaker Felix Michl seinem Publikum und setzt gleich nach: „Mein Rat: Mutige Entscheidungen treffen und beherzt umsetzen!“ Michl, Mitbegründer und CTO von Cevotec sowie Referent des diesjährigen Kamingesprächs zum Abschluss des CCeV-Trainee-Programms 2018/19, weiß, wovon er spricht. Der heute 37-jährige Diplom-Ingenieur studierte Luft- und Raumfahrtstechnik an der Universität Stuttgart und sammelte zunächst Berufserfahrung, bevor er Anfang 2015 gemeinsam mit Partnern

die Cevotec GmbH gründete und sich damit ganz dem Fiber Patch Placement für Carbonbauteile verschrieb.

CCeV Trainee-Programm

Vorher aber war er Teilnehmer des allerersten CCeV Trainee-Programms 2008/09. Damals wie heute bietet das Programm jungen Studierenden eine zusätzliche fachliche Ausbildung auf dem Gebiet der Faserverbundwerkstoffe. Aufgeteilt ist es studienbegleitend auf zwei Semester. Die zunächst bei mehreren CCeV-Mitgliedern erworbenen theoretischen Grundlagen fließen später in eine Abschlussarbeit ein. Auf der Agenda stehen verschiedenste Aspekte des modernen Leichtbaus, dieses Jahr etwa die Produktion der Rumpfssegmente des Airbus A350 bei Zulieferer Premium Aerotec ebenso wie ein Besuch im Institut für Kunststofftechnik der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW).

Den Trainees bietet der CCeV so Kontakt zu etablierten Fachleuten und einen Über-

blick über den aktuellen Stand in Forschung und Industrie. Die CCeV-Mitglieder erhalten die Möglichkeit, schon früh engagierten Nachwuchs kennenzulernen und für die Zukunft zu gewinnen.

Kamingespräch bei SGL

Nun also schließt sich für Michl gewissermaßen der Kreis, wenn er vor heutigen CCeV-Trainees über seinen Werdegang und die Produktionstechnologie seines Unternehmens spricht. Für den Gastgeber SGL Carbon erläutert bei diesem Kamingespräch Dr. Norma Minar den aktuellen Stand von „Carbon Fiber Reinforcement for Civil Engineering“.

Neben elf Trainees nahmen geladene Gäste aus der Industrie an der Veranstaltung teil, darunter Dr. Lars Herbeck von Voith, Dr. Andreas Erber, SGL, Holger Giese, SIKA, Johann-Peter Scheitle und Alexander Gundling, beide CCeV. Ebenfalls anwesend waren Katharina Lechler und Florian Helber, die als CCeV-Verantwortliche den guten

Ruf und nachhaltigen Erfolg des Trainee-Programms maßgeblich mitgestalten. Durch den Abend führte Dr. Tilo Hauke von SGL. Die Atmosphäre war locker und kollegial, alle Gesprächsteilnehmer fühlten sich sichtlich wohl. Im Anschluss an das offizielle Programm mit Vorträgen und Podiumsdiskussion nutzten die Trainees intensiv die Gelegenheit, bei Fingerfood und Getränken mit den geladenen Gästen ins Gespräch zu kommen. Auch Michl war der „sehr kompetenten Diskussionsrunde“ interessiert gefolgt, besonders freuten ihn „die guten Fragen der Trainees und die fundierten Antworten der Industrieexperten“.

Aufbauen und weitergeben

Wie wichtig vielseitiges Interesse und aktive Beteiligung sind, weiß Michl aus eigener Erfahrung. Die Teilnahme am CCeV Trainee-Programm war für ihn „persönlich eine richtungsweisende Entscheidung.“ Nicht zuletzt deshalb, weil sie ihm neben einem „tiefen fachlichen Verständnis“ auch „den entscheidenden Kontakt in die Branche und die erste berufliche Anstellung“ eröffnete. Kein Wunder, dass Michl später als Geschäftsinhaber nicht zögerte, mit Herbert Weidinger, Entwicklungsingenieur von der TUM, seinerseits einen wei-

teren ehemaligen CCeV-Trainee einzustellen. Und sobald sich „Cevotec in ruhigeren Fahrwassern befindet und ausreichend Kapazitäten vorhanden sind, lade ich herzlich gern“, so Michl, „den dann aktuellen Trainee-Jahrgang und alle Beteiligten zu uns nach Taufkirchen ein“.

Weitere Informationen:

CCeV Trainee-Programm,
trainee-programm@carbon-composites.eu,
www.carbon-composites.eu

Katharina Lechler, Leiterin Bildung,
+49 (0) 821 / 26 84 11-05

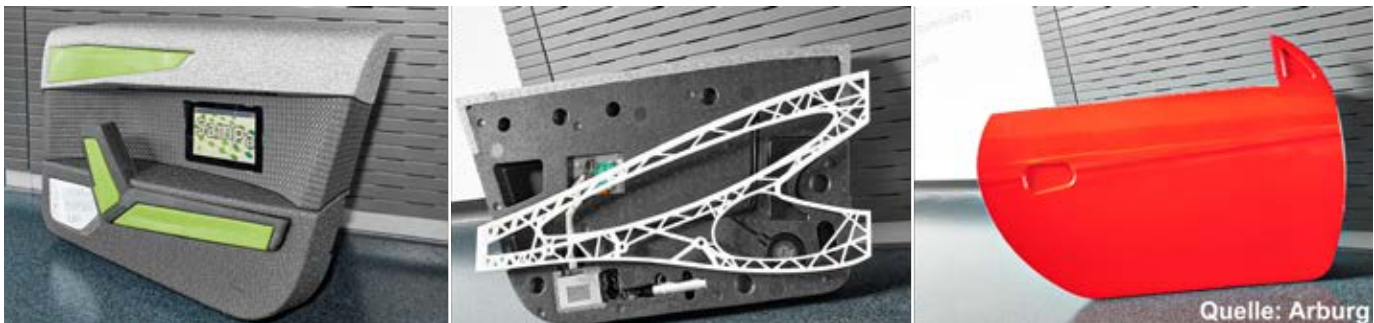
Florian Helber, CCeV-Trainee Programm

LEICHTBAU DURCH LUFTBLASEN

AUTOMOBIL

Partikelschäume bieten vielfältige Einsatzpotenziale, wenn man das Material kennt

Eine innovative Fahrzeug-Seitentür haben Forscher des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie im FOREL-Technologieprojekt SamPa entwickelt. Sie zeigt anschaulich die Einsatzmöglichkeiten von Partikelschäumen im Verbundsystem. Grundlage ist eine neue Prozesskette zur kombinierten Verarbeitung von Kunststoffen beim Partikelschäumen und Spritzgießen.



SamPa-Technologiedemonstrator: Innenverkleidung (li.), bionisch inspirierter Träger (Mitte) und PU-überflutete Außenseite (re.)

Die guten thermischen Eigenschaften und das hohe Energieaufnahmevermögen von Partikelschäumen werden bislang insbesondere im Bausektor und in der Verpackungsindustrie genutzt. In den letzten Jahren zeigt sich ein Trend hin zu weiteren Anwendungen, vom Sport- und Freizeitbereich bis zum Automobil- und Flugzeugbau. Umfassende Kenntnis der Prozess-Struktur-Eigenschaften-Beziehungen ist in jedem Fall erforderlich.

Vernetzte Forschungsschwerpunkte

Expandiertes Polypropylen (EPP) etwa charakterisierten die Entwickler des SamPa-Konsortiums ausführlich. Mittels Computertomographie analysierten sie zum Beispiel die Schaumzellstruktur und bildeten sie in der Struktursimulation in Form von repräsentativen Volumenelementen ab. Diese einzigartige virtuelle Prüfmethode erlaubt

es, dichteabhängige, mechanische Materialeigenschaften simulativ zu ermitteln.

Darüber hinaus konnten die Forscher eine neuartige Berechnungsmethodik erfolgreich erproben, die es ermöglicht, den Formfüllvorgang des Partikelschäumens nachzubilden. So können künftig die Positionen zur Befüllung der Kavität optimiert werden, was die Qualität der Bauteile und die Reproduzierbarkeit des Prozesses erhöht.

Auch die Werkzeugbauer setzten erfolgreich neuartige Konzepte zur Funktionalisierung von Partikelschäumen um. Für die Verarbeitung im Partikelschäumen und Spritzgießen entwickelten sie insgesamt sieben Formwerkzeuge. Unter anderem wurden neue Laserstrukturierungen der Werkzeugoberfläche entwickelt, um die Kratzfestigkeit des Partikelschaums zu erhöhen.

Die flächige Funktionalisierung des EPP ließ sich beim Spritzgießen im Griffbereich eines Türdemonstrators (s. u.) nachweisen. Um eine gute Verbindung zwischen Partikelschaum und Spritzgießmasse zu realisieren, bedurfte es neben einer prozessangepassten Temperierung des Spritzgießwerkzeugs einer speziell angepassten Prozessführung.

Für besseres Prozessverständnis wurden Qualitätssicherungsmethoden erarbeitet und umgesetzt, die unter anderem den Partikeltransport beim Formfüllen überwachen und etwaige Prozessschwankungen frühzeitig detektieren können.

Türkonzert für die Mobilität der Zukunft

Die Forschungsergebnisse präsentiert ein Technologiedemonstrator in Form einer Fahrzeug-Seitentür. Dieses mehrteilig ausgeführte Konzept einer Türverkleidung stellt die enorme Funktionalisierbarkeit von Partikelschaum unter Beweis.

Zur Montage der Komponenten wurden an die Belastung angepasste Inserts in die Schaumkomponenten eingeschäumt. Dabei handelt es sich sowohl um Kunststoff-Inserts zur Montage als auch um metallische Inserts, die eine werkstoffgerechte Lastaufnahme vom Griff direkt in den Türquerträger ermöglichen. Dieser wurde hier in Form einer bionisch inspirierten und einschäumbaren Aluminium-Tragstruktur umgesetzt, die es unter Maximierung des Leichtbaugrads erlaubt, die Lasten an die Fahrzeugkarosserie abzuleiten.

Darüber hinaus zeigt sich die Flexibilität hinsichtlich der Integration von elektronischen Elementen in Partikelschaumstruk-

turen. So finden Display, Mini-PC, Beleuchtung und Kabel ausreichend Platz im EPP-Grundkörper der Tür. Ebenfalls erfolgreich war die großflächige Überflutung mit Polyurethan an der Außenseite der Tür.

Weitere Informationen:

Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), Technische Universität Dresden, www.tu-dresden.de,

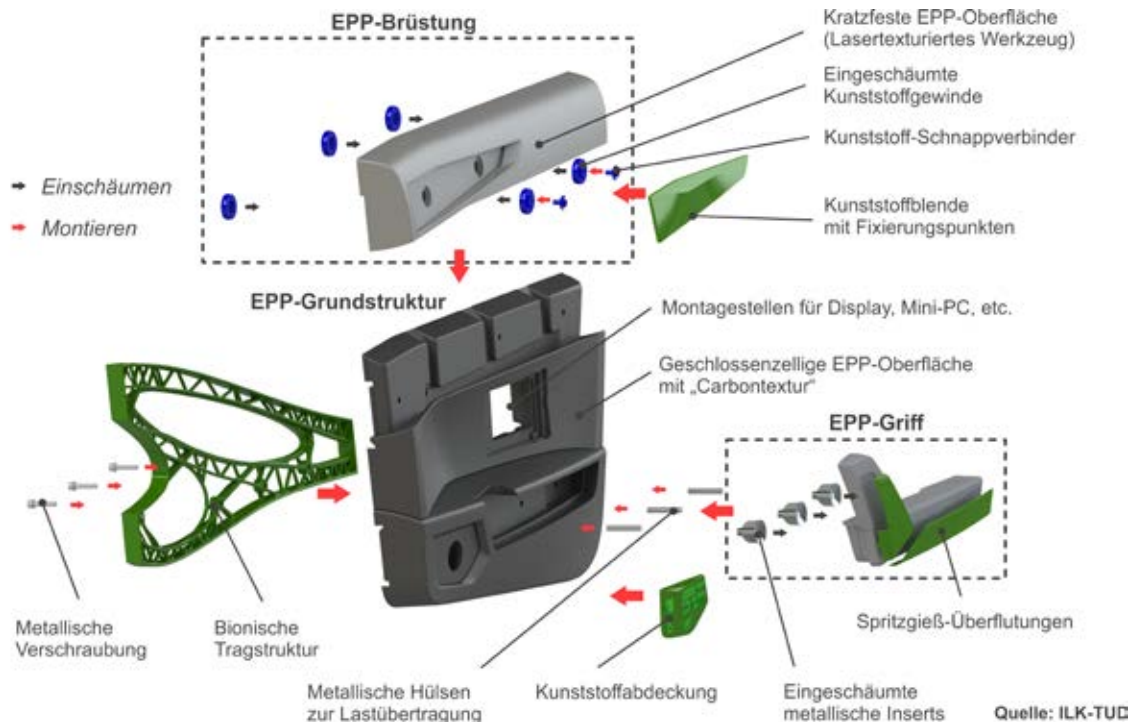
Prof. Dr.-Ing. habil. Maik Gude,
Professur für Leichtbaudesign und Strukturbewertung,
+49 (0) 351 / 463 38 153,
maik.gude@tu-dresden.de

Dipl.-Ing. MBA Michael Stegelmann,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
+49 (0) 351 / 463 38 269,
michael.stegelmann@tu-dresden.de

Composites Europe 2019
10. bis 12. September 19
Halle 7 · Stand B65



SamPa-Technologiedemonstrator: Konzept einer Fahrzeug-Seitentür unter Verwendung funktionalisierter Partikelschaumstoffe



Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ (Förderkennzeichen 02P15Z000 – 02P15Z006) und mit Mitteln aus dem Energie- und Klimafonds gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

Projektpartner: Arburg GmbH & Co. KG; inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH; Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden; Krallmann Pilot-Werkzeug GmbH; Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF), Universität Paderborn; Michel Formenbau GmbH & Co.; Ruch Novaplast GmbH & Co. KG.

Schnellhärtendes Epoxid-Prepreg-System für Serienfertigung von Struktur- und sichtbaren Bauteilen im Fahrzeugbau

Mit der Entwicklung des CPO12 antwortet die c-m-p gmbh auf die hohen Anforderungen der Automobilindustrie an rasche automatisierte Herstellungsprozesse. Das schnellhärtende Epoxid-Prepreg verfügt über eine gute Thermolatenz und ermöglicht so eine verzögerte Einwirkreaktion. Dies ist entscheidend für die richtige Imprägnierung bei hohen Temperaturen und kurzen Zeitzyklen, begleitet von einer schnellen Aushärtung des Harzes bei Erreichen der spezifischen Temperatur.

Die Anforderungen der Automobilbranche sind klar: Für die Serienfertigung müssen Verbundstoffe kurze Produktionszyklen und gleichbleibende Qualität aufweisen. Nur dann können Karosseriebauteile wie Türen, Dachmodule oder Heckklappen sowie Strukturbau- teile wie Säulen oder Unterboden schnell und kostengünstig produziert werden. Eine Lösung erarbeitete die c-m-p gmbh, Spezialist für die Fertigung maßgeschneiderter und bis zu zwei Meter breiter Prepregs und Textilien aus Kohlenstoff- und anderen Hochleistungsfasern für Leichtbau und Design. „Die Herausforderung lag vor allem darin“, so Rolf Dothagen, Geschäftsführer des international tätigen Heinsberger Unternehmens, „die neuen Harzformulierungen so zusammensetzen, dass eine sehr niedrige Viskosität ausreichend lange beibehalten werden kann.“ Das gelang mit dem CPO12-Harz-System.

Modifiziertes Epoxy-Harz-System

CHARACTERISTIC	VALUE
NAME	CPO12
CURE TEMPERATURE	120 – 180°C
CURE TIME	15 – 3 MIN
PRESSURE	2 – 6 BAR
VISCOSITY	HIGH
TG	135°C / 165 °C
SHELF LIFE	3 WEEKS @RT
TEXTILE	UD/FABRIC/MX/SCRIM

Die Aushärtezeit des CPO12 variiert je nach Temperatur zwischen 3 und 15 Minuten. Je nach Aushärtetemperatur ist eine Glasübergangstemperatur (Tg) von bis zu 135 °C möglich, was den meisten Automobilstandards entspricht. Erreichbar ist mit einer speziellen Formulierung sogar eine Tg von 165 °C. Der typische Härungszyklus in einer Presse beträgt acht Minuten



Anwendungsbeispiel Fahrwerkssystem der Porsche 911 GT3RS-Serie, ausgezeichnet mit dem JEC Asia Innovation Award 2018. Im Bild CFK-Stabilisator an der Vorderachse

bei 140 °C und einem minimalen Druck von 6 bar. Ein weiterer Vorteil des Harzsystems liegt in seiner Lebensdauer von bis zu 21 Tagen bei Lagerung in einem klimatisierten Raum (21 °C). Je nach Kundenanforderung kann die Klebrigkeit eines Prepregs angepasst werden. Geringe Klebkraft ermöglicht ein einfacheres und schnelleres Stapeln der Prepreg-Lagen und damit eine problemlose Prozessautomatisierung bereits früh im Produktionszyklus.

Ein weiteres wichtiges Merkmal dieses Harzsystems ist die Funktion „Hot in/hot out“, für einfacheres Entformen. Das ist entscheidend, um mit dem Kurzzeitverarbeitungsstandard in der Automobilindustrie Schritt zu halten. Auf Kundenwunsch liefert c-m-p das schnell härtende Halbzeug auch mit verschiedenen Textilien, einschließlich unidirektionalen oder gewebten Verstärkungen.

Preisgekröntes Porsche-Fahrwerk

Zusammen mit ihrem Partner Dongguan Action Composites entwickelte c-m-p gmbh kohlefaserverstärkte Verbundstabilisatoren für die Vorder- und Hinterachse der Porsche 911 GT3RS-Serie. Diese werden nun kom-

merziell eingesetzt, womit zum ersten Mal in einem Serienfahrzeug die Stabilisatoren an Vorder- und Hinterachse sowie deren Koppelstangen aus Carbon bestehen. Für diese Innovation erhielt Dongguan Action Composites zusammen mit seinen Partnern Porsche AG, c-m-p gmbh, KLK Motorsport GmbH, IAB GmbH, FLURO-Gelenklager GmbH und Zund Thailand den JEC Asia Award 2018 in der Kategorie Automotive.

Der Erfolg unterstreicht, dass Verbundteile nach den Produktionsstandards der Automobilindustrie hergestellt werden können. Bisher wurden mit dem Fast Curing System überwiegend Strukturbau- teile hergestellt. Künftig kann man, nicht zuletzt wegen der Oberflächenqualität, auch sichtbare ästhetische Verbundteile wie Frontklappen, Motorhauben etc. produzieren.

Weitere Informationen:

Steffen Perner, Senior Sales Account Manager,
c-m-p gmbh, Heinsberg,
+49 (0) 151 / 105 266 97,
s.perner@c-m-p-gmbh.de, www.c-m-p-gmbh.de

Composites Europe 2019
10. bis 12. September 19
Halle 7 · Stand A90



BUILDING THE FUTURE



We started only 10 years ago as a carbon fibre technology driver and since then we have been steadily growing. Thanks to the trust our clients and partners have deposited on us we are in need of a larger production site. With over 900 m² of production area we will be able to multiply our capacity and rise to the challenges posed by our customers. We look forward to your enquiry!

We are almost done, you may visit our new facilities from November 4th at the following address!

COMPOSYST GMBH
Am Penzinger Feld 15b
86899 Landsberg am Lech
GERMANY



LIMITLESS COMPETENCE FOR YOUR BUSINESS

Our team of experts for lightweight will help you create the perfect composite structure for your needs:



VAP®
TECHNIQUE



ELEVATOR
TECHNOLOGY



WINDENERGY



NAVAL



AEROSPACE



MEDICAL



ACCESSORIES



Blick in die Heckauslegerröhre mit integrierten Stringern und Spanten

VORAB KÜHL ÜBERLEGT

LUFT- UND RAUMFAHRT

Neuer Hubschrauber-Heckausleger im Einschuss-Infusionsverfahren für erhöhte Temperaturanforderungen

Kommende Triebwerksgenerationen werden zu erhöhten thermischen Belastungen an der Heckauslegerstruktur zukünftiger Hubschrauber führen. Um diese Baugruppe aus Verbundwerkstoffen und ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen umsetzen zu können, realisierte Airbus Helicopters eine Heckauslegerröhre auf Basis eines angepassten Strukturkonzepts.

Mehrere Strukturbaugruppen der Hubschrauberzelle sind erhöhten thermischen und thermisch-chemischen Belastungen ausgesetzt. Sie werden hauptsächlich durch den Abwind des Rotors im Schwebzustand verursacht, der die Abgase der Triebwerke auf die darunterliegenden Bauteile leitet.

Die herkömmlichen duromeren Matrixmaterialien der Verbundwerkstoffe, aber auch die gängigen Aluminiumlegierungen geraten mit den steigenden Temperaturbelastungen an ihre Leistungsgrenzen.

Angepasste Harzsysteme

Als ein möglicher Ansatzpunkt wurden Harzsysteme mit deutlich höheren Servicetemperaturen bewertet. Speziell durch die Verwendung von Bismaleimid-Harzen ist eine deutliche Steigerung der Dauereinsatztemperatur realistisch. Nachteilig wirken sich dabei die umständliche Verarbeitung sowie die hohen Materialkosten und langen Härtungszyklen aus.

Strukturkonzept als Semi-Monocoque

Um die thermische Sensibilität am Heckausleger trotzdem zu reduzieren, wurde daher unter Verwendung der etablierten Werkstoffe ein neues Strukturkonzept für die Röhre und den vorderen Teil des Seitenleitwerks des Heckauslegers entwickelt. Es basiert auf einer Semi-Monocoque-Bauweise in VAP-Technik (Vacuum Assisted Process). So kann auf die temperatursensitiven Materialelemente der Sandwichbauweise verzichtet werden.

Als geschlossener Querschnitt konzipiert, wurden die Anzahl, Geometrie und Position der Stringer und Spante, die Belegung der Röhre sowie die Gestaltung der Formwerkzeuge festgelegt. Wichtig dabei war der Verzicht auf eventuelle Hinterschnitte, um die Entformbarkeit zu garantieren. Das Außenwerkzeug erstreckt sich über die gesamte Oberfläche des Bauteils, während das achteilige Innenwerkzeug lediglich im Bereich der Röhre anliegt. Es legt die Position der Spante und Stringer fest und ersetzt in diesem Bereich den Vakuumaufbau.

Preformaufbau und Bewertung

Der Aufbau der trockenen Spantpreformen und Hautlagen erfolgte auf das Innenwerkzeug, das nach dem finalen Kompaktieren in das Außenwerkzeug positioniert wird. Die Infusion im VAP-Verfahren fand im Umluftofen unter Verwendung der Standard-Prozessparameter statt.

Das Bauteil war nach der Aushärtung komplett gefüllt und zeigte eine sehr gute Qualität der Innenstruktur. Trotz kleiner Porositäten im Übergangsbereich der Röhre zum Seitenleitwerk, die durch eine Undichtigkeit im Werkzeug verursacht wurden, durchlief das komplette Bauteil einen Strukturtest erfolgreich.

Weitere Informationen:

Ulrich Eberth,
Senior Expert – Airframe Manufacturing Techniques, Airbus Helicopters Deutschland GmbH, Donauwörth,
+49 (0) 906 / 71 39 01,
ulrich.eberth@airbus.com, www.airbus.com
Co-Autor: Franz Stadler

Wichtige CFK-Strukturbauteile aus der Schweiz für den nächsten Mars Rover und sein Trägermodul

Die Schweizer RUAG Space trägt maßgeblich bei zur neuesten Generation des Mars Rover. Als einer der führenden europäischen Anbieter für die Raumfahrtindustrie ist der Geschäftsbereich des Technologiekonzerns RUAG verantwortlich für die Struktur und mechanischen Bodengeräte des Oberflächen-Raumfahrzeugs. Es ist das erste seiner Art und wurde entworfen von Airbus Defence and Space.

„Rosalind Franklin“ wurde das Fahrzeug getauft, das schon bald den Mars erkunden soll. Es ist zentraler Bestandteil der Mission „ExoMars Rover 2020“ des ExoMars-Programms. Die Abkürzung steht für „Exobiologie auf dem Mars“, denn das Unternehmen soll klären, ob es Leben auf dem roten Planeten gibt oder gab. Getragen wird die Mission gemeinschaftlich von der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und Roscosmos, ihrem russischen Pendant.

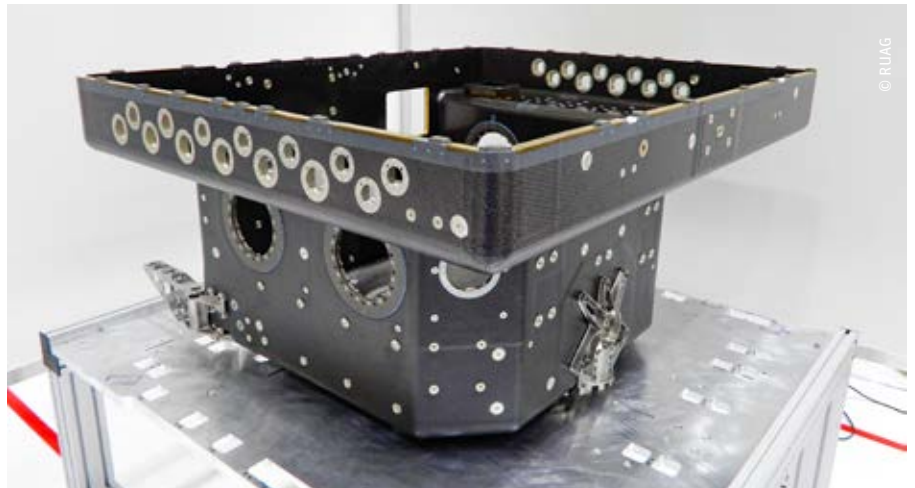
Gemeinschaftsarbeit

Das ExoMars-Programm ist zweiteilig aufgebaut. Schon 2016 wurden ein Trace Gas Orbiter (TGO) sowie ein Entry, Descent und Landing Demonstrator Module (EDM, das sog. „Schiaparelli“) auf den Weg gebracht. Der zweite Start ist für das Jahr 2020 geplant. Diese ExoMars 2020-Mission umfasst im Wesentlichen zwei Elemente auf der Marsoberfläche, nämlich einen mobilen Rover und eine feste wissenschaftliche Plattform, die Russland beisteuert.

Hauptauftragnehmer von ExoMars 2020 ist die Thales Alenia Space Italia. Zulieferer und Industriepartner aus Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Italien, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Spanien, Schweden und der Schweiz sowie aus den außereuropäischen Staaten Russland, USA, Kanada und Israel tragen zum Gelingen bei.

Reise zum Nachbarplaneten

Auch Raumfahrtspezialist RUAG Space ist mit an Bord, immerhin entwickelt und fertigt das Unternehmen schon seit Langem Produkte für Satelliten und Trägerraketen sowohl für den institutionellen als auch den



Rover-„Badewanne“, Teil des Fahrgestells des ExoMars 2020 Mission Rover

kommerziellen Raumfahrtmarkt. Für ExoMars 2020 lieferten die Schweizer Experten zentrale Strukturkomponenten des Rovers und mechanische Bodengeräte. „Leicht“ und „robust“ sind unverzichtbare Voraussetzungen für die Lösung solcher Aufgaben, Carbon war vielfach das Material der Wahl.

So produzierte RUAG Space Kernelemente für das Rover-Transportmodul, das den Mars Rover und eine Landesonde durch den Weltraum zum Mars bringt. Das Carrier Module fungiert als strukturelle Schnittstelle zur Trägerrakete und beinhaltet Systeme zur Stromerzeugung und -verteilung, Lageregelung und Telekommunikation für das gesamte Raumfahrzeug.

Im Mittelpunkt: der Rover

Ebenfalls bereits zur Endmontage geliefert ist die sogenannte Mars-Rover-„Badewanne“ für das Chassis des Oberflächenfahrzeugs. Der Rover „Rosalind Franklin“ soll die Marsoberfläche nach Anzeichen auf ehemalige oder aktuelle biologische Aktivitäten hin untersuchen, Bohrungen und Vor-Ort-Analysen vornehmen sowie Marsgestein sammeln.



Computer-Darstellung eines „Rosalind Franklin“ ExoMars Rover

ESA-Astronaut Tim Peake bringt es auf den Punkt: „Dieser Rover, der die Marsoberfläche erkunden wird, ist mit Instrumenten der nächsten Generation ausgestattet – ein vollautomatisches Labor auf dem Mars“, und fährt begeistert fort: „Damit schreiben wir unsere europäische Geschichte der Roboterexploration fort und entwickeln gleichzeitig neue Technologien“.

Weitere Informationen:

Niklas Boman,
Director Marketing & Sales Spacecraft,
RUAG Space, RUAG Holding AG, Bern, CH,
+41 79 77 07 107,
niklas.boman@ruag.com,
www.ruag.com

Forschungsrakete HyCOMET erreicht Überschallgeschwindigkeit und testet Transporttechnologien

50 Jahre nach Apollo 11 ist die Hochschule Augsburg maßgeblich daran beteiligt, Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffe in die unendlichen Weiten zu bringen. Die Materialien tragen maßgeblich bei zum Leichtgewicht der Hybrid Composite Experimental Rocket, kurz HyCOMET. Sie ist die technologische Wegbereiterin, um später den Cubesat CEOSAT ins All zu transportieren.



Abb. 1: Aufbau der Forschungsrakete HyCOMET

Die HyCOMET-Forschungsrakete wurde an der Hochschule Augsburg entwickelt, getestet und wird zurzeit für den Start vorbereitet. Ein hochschulübergreifendes Projektteam koordiniert Integration und Startvorbereitungen. Das DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) fördert das Projekt unter dem Programm STERN (Studentische Experimental-Raketen).

Ebenfalls an der Hochschule Augsburg entwickelten Studierende in einem Partnerprojekt die Systemarchitektur und das Design of Experiment des CEOSAT. Hinter diesem „Composite Experimental Optical Sloshing Analysis Testbed“ verbirgt sich ein Cubesat, der für physikalische Experimente in der Schwerelosigkeit ausgelegt ist. Der Forschungssatellit besitzt ein maximales Abfluggewicht von 1,3 Kilogramm bei Abmessungen von 10 x 10 x 10 Zentimeter – Parameter, die consequenten Leichtbau erfordern.

A small step for an engineer ...

Die Entwicklung einer Forschungsrakete durch ein studentisches Team erfordert ein Höchstmaß an Organisation und fachlicher Expertise. Das Lastenheft umfasst u.a. die Auslegung eines hybriden Fest-/Flüssigtreibstoff-Triebwerks mit einem Schub von bis zu 2.000 [N] sowie Konstruktion und Fertigung der äußeren Hülle, die den Belastungen während eines Fluges bei Überschallgeschwindigkeit standhalten muss (Aufbauskizze Abb. 1).

Bewusst hat sich die Hochschule Augsburg hier für CFK als dominierenden Werkstoff entschieden. Dieser Hochleistungs-Faser-

verbundwerkstoff stellt die aerodynamische Performance sicher bei gleichzeitig hoher Steifigkeit und geringem Gewicht. Durch consequenten Leichtbau, u.a. die Verwendung eines selbst entwickelten CFK-Tanks für den Oxidator, konnte das Gewicht der beinahe 4 Meter langen Rakete auf 23 Kilogramm reduziert werden.

Im Jahr 2019 verlief der erste vertikale Heißgas-Test erfolgreich. Weitere Tests zur Qualifikation des Triebwerks sind noch in diesem Jahr vorgesehen, der Raketenstart soll 2020 erfolgen.

... but a giant leap for high performance materials

Die Entwicklung eines Cubesat an einer Hochschule ist ein einzigartiges Projekt, das nur in der Zusammenarbeit mehrerer Fakultäten gelingen kann. Nachdem studentische Teams aus der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik die Struktur und das Gesamtkonzept entwickelt hatten, konnte die Fakultät für Informatik ihre Expertise bei der Konzeption der Bodenstation für den Betrieb des Satelliten beisteuern.

Die Zulassung des Satelliten erfordert die Einhaltung des Gewichtslimits von 1,3 Kilogramm, darum setzten die Beteiligten von Beginn an auf Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffe (Abb. 2). Jedes Gramm eingesparte Strukturmasse kommt den Experimenten an Bord zugute. Geplant ist u.a. die Erforschung von Flüssigkeitsdynamik in Schwerelosigkeit, die für Aushärtungs- und Fließvorgänge in technischen Prozessen relevant ist.

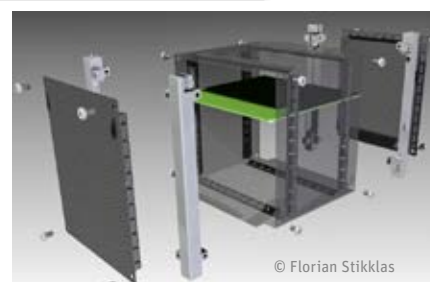


Abb. 2: Tragende Struktur des CubeSat CEOSAT mit CFK-, GFK- und Aluminium-Komponenten für consequenten Leichtbau und hohe Funktionssicherheit

Zertifikatskurs Leichtbau

An Ingenieure aus der Entwicklung, der Produktion und insbesondere aus der strategischen Technologieentwicklung wendet sich der im März 2020 beginnende Zertifikatskurs „Leichtbau“. Hier können die Teilnehmenden die Erkenntnisse aus den Forschungsprojekten HyCOMET und CEOSAT sowie aus dem allgemeinen Maschinenbau direkt mit den Fachleuten der Hochschule diskutieren. U.a. wird es um kreative Lösungsfindung, hybride Fertigungstechnik und Bionik gehen – nur drei der spannenden Themenbereiche, die auch bei der Entwicklung von HyCOMET und CEOSAT zum Einsatz gekommen sind.

Weitere Informationen:

Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Hochschule Augsburg,
www.hycomet.de, www.hs-augsburg.de/ceosat

Prof. Dr.-Ing. André Baeten,
Forschungsprof. Leichtbau und Faserverbundtechnologie,
+49 (0) 821 / 55 86-31 76,
andre.baeten@hs-augsburg.de

Sarah Bruderrek,
Dipl.-Betriebswirtin, Zertifikationskurs Leichtbau, Weiterbildungsbeauftragte,
+49 (0) 821 / 55 86-36 05
sarah.bruderrek@hs-augsburg.de

Studierende der Uni Augsburg stellen zukunftsfähige Modell-Flugkörper aus Carbon vor

„Entwerfen und bauen Sie eine landefähige Rakete aus Carbon, die sinnvoll und wirtschaftlich nutzbar ist“ lautete dieses Jahr die Projektbeschreibung am Institut für Materials Resource Management (MRM) der Universität Augsburg. Eine Aufgabe am Puls der Zeit, zumal die Region Augsburg jüngst vom Freistaat Bayern eine vom Carbon Composites e.V. vermittelte Förderzusage in Höhe von 20 Mio. Euro erhielt für die impulsgebende Weiterentwicklung der Bayrischen Luftfahrt mit Schwerpunkt Lufttaxis.

„Richtig cool wird es, wenn sie fliegt!“ Bis dahin mussten sich die Bachelor- und Masterstudenten des Studiengangs Wirtschaftsingenieurwesen (WING) an der Universität Augsburg aber noch gedulden. Zunächst stellten sie ihre Ideen und Konzepte am 31. Juli 2019 im Hörsaal vor.

Betreut wird das Projektpraktikum von Prof. Dr. Michael Heine, Professor am Lehrstuhl Materials Engineering des Instituts für Materials Resource Management (MRM) der Universität Augsburg. Die Uni ist Mitglied im Carbon Composites e.V. (CCeV), mit dem Heine eng zusammenarbeitet. Denn Kenntnisse zum Leichtbaumaterial Carbon sind ein wesentlicher Forschungsgegenstand am Augsburger MRM.

Raketen, Drohnen, Lastensegler, Lufttaxis

Im Praxisprojekt waren Entwurf und Bau eines funktionsfähigen Modellflugkörpers gefragt, der nach dem Steigen kontrolliert fliegt und sicher landet. Darüber hinaus sollte das Luftgefährt „eine sinnhafte Nutzung aufweisen, die eine kommerzielle Verwertung möglich macht“. Außerdem sollte der Antrieb elektrisches Auf- und Absteigen ermöglichen.

Einsetzbar wären diese Flugkörper beispielsweise zur Erfassung von landwirtschaftlichen Flächen oder von Infrastrukturen, wie eine Projektgruppe vorschlug. Andere konzentrierten sich auf den möglichen Transport medizinischer Versorgungsgüter und Organe – Blutkonserventransport über große Strecken hinweg etwa – oder auf die Aufklärung und Überwachung von Krisen- und Katastrophengebieten. Auch die Highspeed-Versorgung mit gleitfähigen Drohnen in urbanen Gebieten oder der Transport modularer Behälter für die schnelle Just-in-time-Produktion zählen zu den praktischen Einsatzmöglichkeiten.



Seinen Raketengleiter zur großflächigen Datenerhebung aus der Luft stellte das studentische Team „SpyFly“ vor

Im Kontext freistaatlicher Lufttaxis-Forschung

Solche Überlegungen sind zeitgemäß und notwendig. Noch größere Brisanz erhalten sie vor dem Hintergrund, dass die Forschungs- und Entwicklungsregion Augsburg jüngst vom Freistaat Bayern eine Förderzusage in Höhe von 20 Mio. Euro erhielt für die impulsgebende Weiterentwicklung der Bayrischen Luftfahrt mit Schwerpunkt Lufttaxis. Weitere 20 Mio. Euro wollen Wirtschaft und Industrie beisteuern, die damit ebenfalls die CCeV-Initiative zur Stärkung des Leichtbau-Standorts Deutschland mittragen [s. auch S. 7].

Praxistest bei Buttenwiesen

Mitte August erfolgten dann die Probestarts der sechs Modell-Raketendrohnen. Ein Modell schaffte es, wie vorgesehen senkrecht zu starten und anschließend in den Gleitflug überzugehen. Die Gruppe WingAux hatte diesen Raketengleiter mit einklappbarem Rotorantrieb speziell für die Highspeed-Logistik über große Strecken konzipiert.

Für die angehenden Wirtschaftsingenieure waren diese ersten Praxistests ein wichti-

ger Schritt in der Weiterentwicklung ihrer Konzepte hin zu einer tragfähigen Zukunftstechnologie. Auch Professor Heine ist zufrieden: „Mit anwendungsnahen Leichtbau-Projekten wie diesen qualifizieren wir unsere WING-Studentinnen und -Studenten für die Zukunft“. Das komme auch dem Technologiestandort Augsburg und ganz Deutschland zugute.

„Entscheidend für den Erfolg des Praxisprojekts war auch“, so Heine, die „enge Kooperation mit der Raketen-Modellsport-Gemeinschaft“ (RAMOG e.V.) Augsburg sowie die „Unterstützung bei der technischen Auslegung durch Dr. Tobias Dickhut, Ingenieur bei MT Aerospace“.

Weitere Informationen:

Prof. Dr. Michael Heine,
Lehrstuhl für Materials Engineering,
Institut für Materials Resource Management
der Universität Augsburg,
+49 (0) 821/598-31 31,
michael.heine@mrm.uni-augsburg.de,
www.mrm.uni-augsburg.de

Arbeitsgruppe der CCeV-Fachabteilung CC BAU diskutiert über „Nachhaltig bauen mit Carbonbeton“

Im Frühjahr tagte die Sitzung der Arbeitsgruppe „Faserverbundarmierter Beton“ (CC BAU) im Festsaal der Fakultät Wirtschaftswissenschaften der TU Dresden. Eingeladen hatten der Carbon Composites e.V. (CCeV) und die Professur für Nachhaltigkeitsmanagement und Betriebliche Umweltökonomie der TU Dresden. Lebhaft diskutierten die rund 50 Teilnehmerinnen und Teilnehmer das Thema „Nachhaltig bauen mit Carbonbeton“, besonders durch den Untertitel „Von der Vision zum Unternehmenserfolg“.

Einig waren sich die Anwesenden, dass Nachhaltigkeit nicht automatisch durch das Material entsteht, sondern erst im fachgerechten und verantwortungsvollen Umgang mit dem Werkstoff. Nachhaltiges Bauen erfordert also die Entwicklung werkstoffgerechter Konstruktionen und Prozesse über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Nur dann können Wertschöpfungsketten nachhaltig gestaltet werden. Lebenszyklus- und werkstoffgerechte Konstruktionen sowie geeignete Verfahren sind Voraussetzungen für ein nachhaltiges Ressourcenmanagement und die Organisation von Stoffkreisläufen.

Diese Prinzipien klingen selbstverständlich, sind in der Unternehmenspraxis aber oft nur schwer umzusetzen. Auftragspezifika können entgegenstehen, Kostenbudgets, Terminvorgaben, technische Regelwerke und Rechtsvorschriften. Und schließlich stehen aus unternehmerischer Sicht Einnahmen, Liquidität und Wettbewerbsfähigkeit im Vordergrund.

Theorie und Praxis

Im ersten Teil des Treffens wurde an ausgewählten Punkten der Wertschöpfungskette sondiert, wie sich diese komplexen Zusammenhänge technisch und unternehmerisch auswirken. Dabei ging es um Nachhaltigkeitsbewertung, ressourceneffizientes Bauen, integrale Planung, modulare Komponenten, Haftungsrisiko, Carbonbeton im Brückenbau sowie um Rückbau und Recycling.

Im zweiten Teil zeigten die Referenten anhand von Praxisprojekten, dass die Anwendung von Textil- bzw. Carbonbeton nachhaltige Lösungen im Neubau und im Bestand befördert bzw. überhaupt erst realisierbar macht. Die Rede war von technisch und ökonomisch interessanten car-



Gutes Beispiel für nachhaltiges Sanieren mit Carbonbeton: Denkmalgerechte Erhaltung des 1968 eingeweihten Mariendoms in Neviges, NRW

bonfaserverstärkten hybriden Granitsteinen bis zu C³ CUBE, Quartier Eastside in Mannheim und der viel beachtete Sanierung der Marien-Wallfahrtskirche im Velberter Stadtteil Neviges.

Die Veranstalter gaben mit dem spannenden, breit gefächerten Programm positive Erfahrungen weiter, adressierten aber auch offene Fragen an politisch Verantwortliche bzw. staatliche Verwaltungen. Ermutigend waren das Interesse und die Unterstützung der Veranstaltung durch das Sächsische Staatsministerium der Finanzen.

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Ingelore Gaitzsch,
Leiterin der AG "Faserverbundarmierte Betone"
der Fachabteilung CC BAU, Dresden,
+49 (0) 351 / 880 41 09,
gaitzsch@textil-beton.net

Dipl.-Vw. Christoph Scope, Wiss. Mitarbeiter,
Bereich Bau und Umwelt, Professur für BWL,
insb. Nachhaltigkeitsmanagement und
Betriebliche Umweltökonomie, TU Dresden,
+49 (0) 351 / 463-332 45,
christoph.scope@tu-dresden.de,
www.tu-dresden.de/bu



Carbonbewehrter Spritzmörtel und Textilbeton bewährten sich bestens bei der Sanierung des Mariendoms in Neviges

© Züblin AG

Wiederverwertung von recycelten Carbonfasern in neuen, langlebigen Baustoffen erschließt neue Anwendungen

Ein hochwertiges Recycling von End-Of-Life-Carbonfaserhalbzeugen wird im Massenmarkt „Faserbeton“ angestrebt. Das Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University (ITA) bringt dafür recycelte Carbonfasern mit hochfestem Beton zusammen. Gemeinsam bilden beide Komponenten einen kostengünstigen, korrosionsfreien und langlebigen Baustoff.

Die ganzheitliche Bewertung ressourcensparender Verbundwerkstoffe wie carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) und Carbonbeton ist essenziell. Das betrifft insbesondere deren Trade-Off zwischen Rohstoffeinsparung und Rezyklierbarkeit.

Wiederverwertung lohnt sich

Die Materialvielfalt und die Anteile an Faser-verbundwerkstoffen im Werkstoffkreislauf nehmen seit Jahren zu. Insbesondere für teure und energieintensive Carbonfasern ist ein Verwertungskonzept von ökonomischer und ökologischer Bedeutung. Die Rückgewinnung von Carbonfasern aus Kunststoffen ist kommerziell bereits etabliert. Auch die prinzipielle Rückgewinnbarkeit aus Carbonbeton wurde, abhängig von den verwendeten Faserbeschichtungen, bereits in Forschungsprojekten nachgewiesen.

Der derzeitige Stand der Technik zeigt aber auch, dass es nicht möglich ist, Carbonfasern ohne Längenverlust zu recyceln. Seit mehreren Jahren werden nun Anwendungen erschlossen, in denen recycelte Carbonfasern (rCF) wieder hochwertig eingesetzt werden können.

Verbrannte Fasern, neuer Baustoff

Eine vielversprechende Massenmarkt-Anwendung wird derzeit am Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University untersucht: die hochwertige Nutzbarmachung von pyrolisierten Carbonfasern als Bewehrung in Beton. Hierbei verstärken rCF den Beton als Kurzfasernzugabe oder durch Einlegen eines Halbzeuges (Vlies, Bewehrungsgitter aus Garnen).

Kurzfaserverstärkter Beton mit rCF erreicht eine um 11 Prozent gesteigerte Biegefestigkeit gegenüber AR-Glasfasern, obwohl nur

zwei Drittel des Materialinputs notwendig sind. Damit liegen die Materialkosten für den rCF-Anteil bei der Hälfte der Kosten einer entsprechenden Glasfaserbewehrung. Im Vergleich mit Stahlfasern wird eine um 18 Prozent gesteigerte Biegefestigkeit bei ca. einem Viertel des erforderlichen Materialinputs erreicht. Bei einem rCF-Preis von 5 €/kg macht das recycelte Carbonfasern sogar mit Stahlfasern wettbewerbsfähig.

Großes Anwendungspotenzial

Und der Markt ist groß: Allein in Deutschland beträgt der Stahlfaserbedarf für Faserbeton jährlich ca. 50 Kilotonnen, die größtenteils im Industriefußbodenbau und Tunnelbau eingesetzt werden. Würden nur 10 Prozent dieser Stahlfasern durch rCF ersetzt, könnten jährlich zwei Drittel der

aktuellen gesamten Carbonfaserabfälle in Europa allein für deutsche Bauvorhaben verwendet werden.

Zusätzliche Vorteile recycelter Carbonfasern werden überdies helfen, neue Märkte zu erschließen. So sind rCF korrosionsfrei, chemisch inert und besitzen bis zu 90 Prozent der Festigkeit von Neufasern bei deutlich geringerem Preis. So entsteht ein nachhaltiger, dauerfester Hochleistungswerkstoff zum Einsatz auch unter herausfordernden Umgebungsbedingungen, z.B. im Küsten-, Tief-, Chemie- und Anlagenbau.



Vom End-Of-Life-Bauteil zum Hochleistungsbeton mit Bewehrung aus recycelten Carbonfasern

Weitere Informationen:

Magdalena Kimm, M. Sc.,
Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen,
University und Fortschrittskolleg Verbund.NRW,
+49 (0) 241 / 80 24746,
magdalena.kimm@ita.rwth-aachen.de,
www.ita.rwth-aachen.de

Schöner Leichtbau dank kostengünstiger stabförmiger Gittertragwerksstrukturen

Der Produkt- und Verfahrensentwickler BaltiCo arbeitete in den letzten Jahren intensiv an industriellen Fertigungsmethoden für Faserverbundwerkstoffe. Die dabei entwickelte Stablege-Technologie markiert einen wesentlichen Meilenstein auf diesem Weg. Stabförmige Gittertragwerksstrukturen ermöglichen eine effiziente Automatisierung des Verfahrens mittels Robotern.



Brückenprofil: Fußgängerbrücke, 54 m lang, Breite Wegbereich 2,5 m, Gewicht 8.000 kg

Roboter legen Stabelemente zu kompletten Gitterstrukturen oder kombinieren Spanten mit Stabgittern. So wird das Material optimal genutzt und Abfall weitgehend vermieden. Werden dann noch preisgünstigere Rovings verwendet, sinken die Fertigungskosten drastisch.

Konkurrenz für den Stahlbau

Die neue Stablege-Technologie besitzt sehr hohes Leichtbaupotenzial. Die Faserstrukturen können optimal belastungsorientiert ausgerichtet werden, da in Stabtragwerken die Belastungen immer längs des Stabes orientiert sind. Interlaminares Versagen tritt fast völlig in den Hintergrund.

Verbindungen zu metallischen und Verbund-Komponenten können hochwertig ausgeführt werden, da sie in die Strukturen sozusagen eingewoben werden. Diese gewissermaßen organische Verbindung prädestiniert die Stablege-Technologie für modulare Fertigungslösungen. Vielfach können selbst komplexe Teile ohne Vorrichtungen oder aus sehr einfachen Formen gefertigt werden.

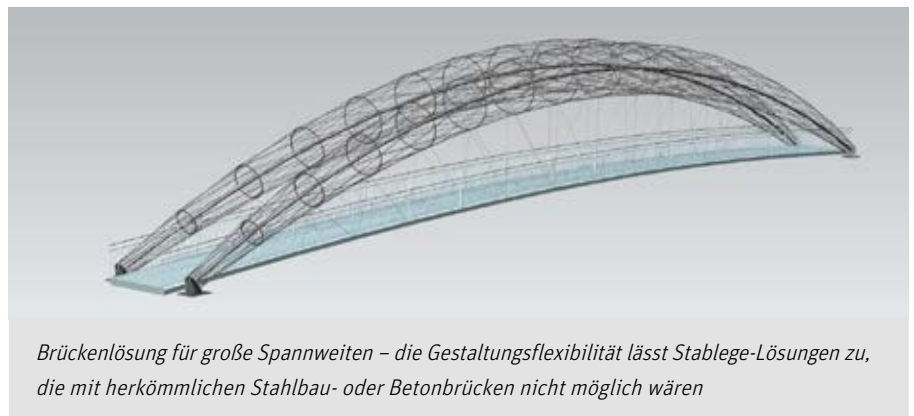
Damit erschließen sich Anwendungsrichtungen, die bislang dem Stahlbau vorbehalten waren. Anwendungsfelder gibt es in allen Technikbereichen, bei denen das Gewicht eine Rolle spielt bzw. hohe Korrosionsbeständigkeit gefordert ist. Windkraftflügel, Türme, Kabinenstrukturen, komplette Solarboote und diverse Maschinenbauteile wurden bereits in dieser Technologie gefertigt.

Spezialgebiet Brückenbau

Ein weiteres vielversprechendes Anwendungsfeld für die Stablege-Technologie hat

sich BaltiCo mit speziellen Lösungen für Brücken erschlossen. Hier punktet neben dem Leichtbaupotenzial die lange Lebensdauer, die hohe Steifigkeit (Stichwort: freitragende Spannweiten) und die Dimensionsstabilität selbst bei extremen Temperaturen.

Der Transport ist leicht und die modulare Herstellung erlaubt einen hohen Vorfertigungsgrad, sodass das Aufstellen der Brücke vor Ort oft nur Stunden in Anspruch nimmt. So sind die Investitionskosten erfreulich moderat. Die geringen Aufstellkosten und die langjährige Wartungsfreiheit bieten Kommunen und Betreibern wesentliche finanzielle Vorteile.

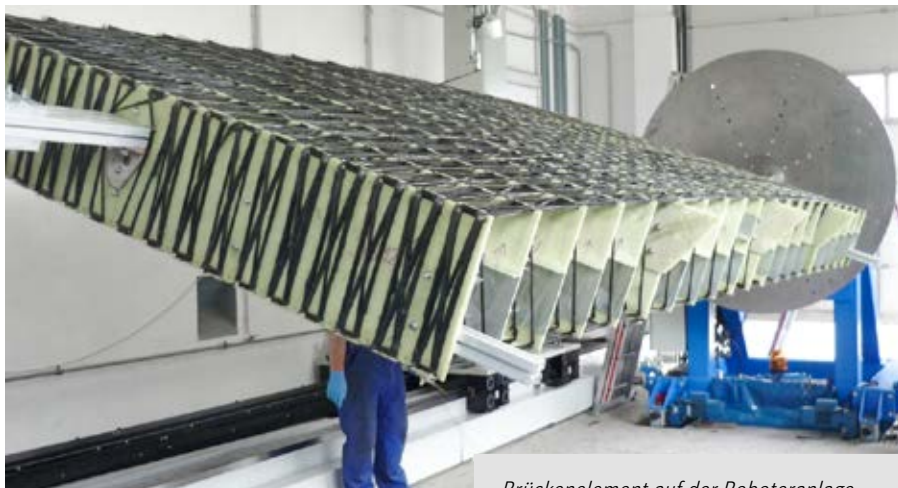


Brückenlösung für große Spannweiten – die Gestaltungsflexibilität lässt Stablege-Lösungen zu, die mit herkömmlichen Stahlbau- oder Betonbrücken nicht möglich wären

Auch ökologisch haben derartige Brücken große Vorteile. Der Energieverbrauch zum Beispiel beträgt für eine Stablage-Brücke nur einen Bruchteil des Aufwands für Stahl- und Betonbrücken. Das liegt insbesondere daran, dass Kohlefaser gezielt eingesetzt und lediglich in den hochbeanspruchten Bereichen verwendet wird. Ansonsten kommen Glas- oder Naturfasern zum Zug.

Zulassungsreife

Eine der ersten Stablage-Brücken entstand bereits 2012/2013 in den Niederlanden. Im Jahr 2018 wurde auch in Deutschland eine solche, noch relativ kleine Brücke in Bützow Mecklenburg/Vorpommern aufgebaut. Sie bedurfte noch einer Einzelzulassung, aber nun steht die Brücke und erfüllt alle in sie gesetzten Erwartungen.



Brückenelement auf der Roboteranlage

Folgeprojekte mit wesentlich größeren Dimensionen sind in Planung, im mecklenburg-vorpommerschen Küstenort Sassnitz auf Rügen etwa, oder eine Brücke mit 54 Meter freitragender Spannweite auf der niederländischen Karibikinsel Aruba.

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Dirk Büchler,
Geschäftsführer BaltiCo GmbH, Hohen Luckow,
+49 (0) 382 / 957 77-100,
info@baltico.eu, www.baltico.eu



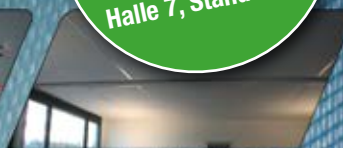
Tissa Glasweberei AG
CH-5727 Oberkulm

Telefon +41 (0)62 768 86 66
Telefax +41 (0)62 768 86 68
E-Mail info@tissa.ch
Website www.tissa.ch

Sie haben die Innovation – wir das kundenspezifische Gewebe
Reinforce your innovation with taylormade woven fabrics

Besuchen Sie uns
auf der Composite
Europe in Stuttgart
vom 10. – 12.09.
Halle 7, Stand A 93.

Sie haben die Innovation – wir das kundenspezifische Gewebe



Reinforce your innovation with taylormade woven fabrics

IGF-Forschungsprojekt für energie- und materialeffizient hergestellte faserverstärkte Keramik

Recht hoch sind bislang die Herstellkosten von Friktionsbauteilen aus kohlenstoffkurzfaserverstärktem Siliziumcarbid (C/SiC) im Vergleich zu metallischen Friktionsbauteilen. Mit der Entwicklung eines automatisierten Preformingverfahrens und eines energieeffizienten Pyrolyseschrittes lassen sich kostengünstige faserverstärkte Keramikbauteile fertigen und somit neue Anwendungsmärkte erschließen.

Im Rahmen eines gemeinsamen IGF-Forschungsprojektes arbeiten der Lehrstuhl Keramische Werkstoffe (CME) der Universität Bayreuth und das Institut für Textilmaschinen und textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden an der Weiterentwicklung von C/SiC-Friktionsbauteilen. Im Fokus: Die Bauteile werden im Liquid Silicon Infiltration (LSI-Verfahren) zeit-, energie- und damit kosteneffizient hergestellt.

Maßgeschneiderte 3D-Preformen

Die meisten marktverfügbaren verbundkeramischen Friktionsbauteile basieren auf Preformen, die aus Carbonkurzfasern aufgebaut sind. Die Beschaffenheit dieser Preformen (Faservolumengehalt, Faserschnittlänge, Faserausrichtung) sind maßgeblich für die mechanischen und thermischen Eigenschaften des späteren Friktionsbauteils. Am ITM wird zurzeit an einem automatisierten Fertigungsverfahren geforscht, das es erlaubt, 3D-Preformen mit variabler Geometrie, einer definierten Faserausrichtung sowie mit stufenlos einstellbarer Faserschnittlänge herzustellen. Hiermit können maßgeschneiderte Preformen bereitgestellt und in ihnen ein verbundkeramisches Bauteil gefertigt werden, das über eine anforderungsgerechte Wärmeleitfähigkeit und gewünschte mechanische Eigenschaften verfügt.

Geringere Prozesstemperaturen

Die LSI-C/SiC Friktionsbauteile werden in den drei Arbeitsschritten Preformfertigung, Pyrolyse und Silizierung hergestellt. Insbesondere Silizierung und Pyrolyse sind durch hohe Prozesstemperaturen gekennzeichnet und mit hohen Energiekosten verbunden. Dabei muss



Preform Bremsscheibe



C/SiC Bremsscheibe

die Temperatur mindestens 1.414 °C betragen, die Schmelztemperatur von Silizium. Um die notwendige Temperatur so weit wie möglich zu reduzieren, werden Siliziumlegierungen z. B. Kupfer-Silizium oder Eisen-Silizium mit einem niedrigeren Schmelzpunkt eingesetzt. Erste Untersuchungen am CME zeigen, dass die Prozesstemperatur hierdurch um bis zu 150 °C reduziert werden kann.

Evaluierung am Bremsenprüfstand

Auch zur Steigerung der tribologischen Eigenschaften der verbundkeramischen Friktionsbauteile wird geforscht. Hierfür werden Additive, sog. „Friction Modifier“, in die Preformen eingebracht. Am Bremsbelagsprüfstand der Universität Bayreuth werden anschließend die tribologischen Eigenschaften (Reibverlauf, Temperaturen, Verschleiß etc.) der C/SiC-Bauteile bei unterschiedlichen Bremsdrücken sowie Gleitgeschwindigkeiten charakte-

risiert. Durch den Einsatz von Petrolkoks-pulver als Additiv konnte beispielsweise das NVH-Verhalten (NVH = Noise Vibration Harshness) positiv beeinflusst werden.

Weitere Informationen:

Dipl.-Wirt. Ing. Daniel Weise,
Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM), TU Dresden,
+49 (0) 351 / 463-344 08,
daniel.weise@tu-dresden.de,
www.tu-dresden.de/mw/itm

Dipl.-Ing. Thorsten Balzer,
Lehrstuhl Keramische Werkstoffe,
Universität Bayreuth,
+49 (0) 921 / 55-55 82,
thorsten.balzer@uni-bayreuth.de,
www.cme-keramik.uni-bayreuth.de

Das IGF-Vorhaben 19415 BG der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstr. 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.



Im Sommer 2019 kam das INEOS Team UK AC75 Boat 1 auf den Markt, im März 2021 soll es im neuseeländischen Auckland um den America's Cup antreten

RECYCLING FÜR REGATTA

SPORT

Schulterschluss für geschlossenen CFK-Materialkreislauf in der Schiffsfertigung

Leicht, flexibel, belastbar – der Werkstoff Carbon ist aus dem modernen Segelsport nicht mehr wegzudenken. Nun gingen das INEOS Team UK und ELG Carbon Fibre eine technische Partnerschaft ein. Der Industriepartner arbeitet gebrauchtes CFK-Material der Segler zu Recyclingstoffen für neue CFK-Bauteile um. Diese werden in einem AC75-Boot verbaut, das 2021 in Auckland an den Start um den America's Cup gehen soll.

ELG Carbon Fibre ist einer der Marktführer für recycelte Kohlenstofffasermaterialien. Die britische Seglerlegende Sir Ben Ainslie tritt mit seinem INEOS Team UK für Großbritannien um den America's Cup 2021 an. Gemeinsam arbeiten sie daran, dass nachhaltige Materialien und Verfahren in das Bauprogramm für den America's Cup 2021 einbezogen werden. Im Rahmen ihrer technischen Partnerschaft wollen sie das Bewusstsein für die Notwendigkeit eines geschlossenen Recycling-Kreislaufs in der Schifffahrtsindustrie schärfen und gleich mit gutem Beispiel vorangehen.

Keine Zeit zu verlieren

Seit Beginn der Zusammenarbeit im Jahr 2018 verarbeitete ELG bereits rund 1.000 Kilogramm Abfälle aus der Kohlenstoffherstellung und von gebrauchten Teilen der britischen Segler. Im ELG-Spezialwerk in den britischen West Midlands werden die daraus gewonnenen Fasern zunächst zer-

kleinert, bevor daraus wieder duroplastische und thermoplastische Compounds und Vliesmatten entstehen. Diese aufbereiteten Produkte bzw. die daraus hergestellten CFK-Bauteile kommen beim Bau des AC75-Bootes zum Einsatz, mit dem die Briten 2021 in Auckland um den America's Cup antreten wollen.

Genau Details des Bootsdesigns bleiben ein streng gehütetes Geheimnis. ELG verrät lediglich, dass die recycelten Vliesstoffe für zwei Transporthalterungen sowie in Rumpf und Deck der AC75 verarbeitet werden. Technisch bleibt da nichts dem Zufall überlassen: Gleich nach Eingang des Materials führen die Fachleute von ELG einige Fasercharakterisierungsanalysen durch. Jede verarbeitete Charge wird klassifiziert, um die Rückverfolgbarkeit und Konsistenz der recycelten Fasern und damit des Endprodukts zu gewährleisten. Bei all diesen Prozessen wurden die Qualitätsstandards BS EN ISO 9001: 2015 und EN 9100: 2016 eingehalten.

Jetzt schon ein Gewinn für alle

Alan Boot, Marinearchitekt für das INEOS Team UK, ist sich sicher. „Die Wiederverwendung von Kohlefaserprodukten ist eine echte Wende. Wir ‚entsorgen‘ unsere Abfälle nicht, sondern schließen den Kreislauf in unseren Produktionsmethoden, wo immer möglich. Die Produkte von ELG fügten sich nahtlos in unsere Herstellungsprozesse ein. [...] Unser Beispiel wird hoffentlich anderen Herstellern den Weg weisen.“ Auch Frazer Barnes, Geschäftsführer von ELG Carbon Fibre, ist der Meinung: „Dies ist die perfekte Partnerschaft. Die recycelten Carbonfaserprodukte von ELG tragen dazu bei, die wichtige Botschaft der Nachhaltigkeit im Spitzensport zu verbreiten. [...] Darauf sind wir sehr stolz.“

Weitere Informationen:

Kate Davison, Hybrid Communications, ELG Carbon Fibre, Coseley, GB, +44 (0)79 50 / 64 30 04, kate@hybridpr.co.uk, www.elgcf.com, www.ineosteamuk.com

Forschungs Kooperation deutscher und neuseeländischer Wissenschaftler zu Verbundwerkstoffen

„Retention“ heißt ein Projekt zur deutsch-neuseeländischen Zusammenarbeit. Gemeinsam evaluieren Fachleute des Instituts für Verbundwerkstoffe, Kaiserslautern, und der University of Auckland das Potenzial eines neuartigen Fertigungskonzepts für die Industrien beider Länder. Bei dem auf hohe Prozessrobustheit abzielenden Konzept werden imprägnierte und trockene Faserstrukturen gestapelt und anschließend durch Vakuumaufbau ein Harztransfer initiiert.

Besuch aus Deutschland erhielt im Januar 2019 das Centre for Advanced Composite Materials (CACM) der University of Auckland, Neuseeland. Drei Mitarbeiter des Instituts für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW), Kaiserslautern, besuchten das Forschungszentrum im Rahmen eines Mobilitätsförderprogramms des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Der Forschungsaufenthalt knüpft an die bereits seit den frühen 1990er-Jahren bestehende Kooperation beider Einrichtungen in den Bereichen Werkstoffwissenschaft, Verfahrenstechnik und Prozesssimulation an. Gestärkt wird diese Zusammenarbeit durch die stete Beteiligung von Nachwuchswissenschaftlern.

Vielfältige Zusammenarbeit

Die Expertengruppe bestand aus den drei Gastgebern – CACM-Leiter Simon Bickerton, Business Development Manager Graeme Finch und Senior Researcher Tom Allen – und drei IVW-Wissenschaftlern – David May und Miro Duhovic, Kompetenzfeldleiter „Imprägnier- und Preformtechnologien“ bzw. „Prozesssimulation“, und dem für Technologietransfer zuständigen Matthias Bendler. Das sechsköpfige Forschungsteam tauschte sich „down under“ direkt mit neuseeländischen Unternehmen aus.

Im Rahmen eines Industrieworkshops sowie bei Firmenbesuchen loteten die Wissenschaftler die Einsatzmöglichkeiten ihres neuen Fertigungskonzeptes aus, ebenso die Herausforderungen bei der Umsetzung. Gleichzeitig floss die Expertise der Unternehmen, darunter mehrere Zulieferer für die Hochleistungs-Segelboote des renommierten America's Cup, bereits in einem frühen Stadium der Entwicklung ein.



Weithin sichtbarer Erfolg: IVW-Wissenschaftler unter der 6,5 m hohen ‚Mega Cow‘ in Morrinsville, hergestellt von den neuseeländischen Firmen Matcraft Industries (GFK-Kuh) und Jackson Industries (Composite-Werkzeuge). Einklinker links oben: Wissenschaftler und Industrievertreter beim gemeinsamen Workshop

Parallel zu den Industriegesprächen vertieften die Projektteilnehmer ihre Zusammenarbeit auf wissenschaftlicher Ebene. Gemeinsam mit Piaras Kelly, Professor für Ingenieurwissenschaften an der University of Auckland, erstellten sie gemeinsam ein Simulationsmodell, das die komplexen hydrodynamischen Kompaktierungsvorgänge beim Harztransfer abbildet.

Fortsetzung folgt

Die bisherigen Ergebnisse und das Feedback aus der Industrie sind sehr vielversprechend. IVW und CACM bereiten deshalb schon ein Folgeprojekt mit Industriebeteiligung vor. Im nächsten Schritt werden die Wissenschaftler des CACM im Herbst 2019 das IVW besuchen, um ihrerseits an Firmenbesichtigungen und an einem Industrieworkshop mit deutschen Unternehmen teilzunehmen.

Weitere Informationen:

IVW GmbH, Kaiserslautern,
www.ivw.uni-kl.de

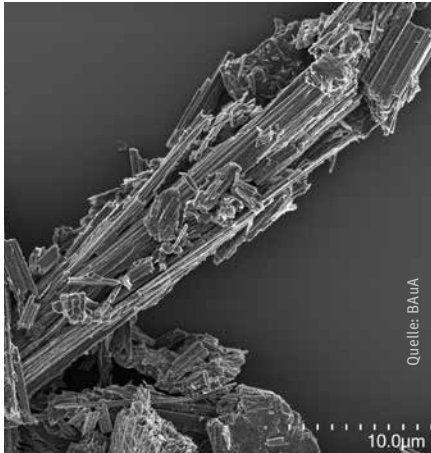
Dr. Miro Duhovic,
Kompetenzfeldleiter Prozesssimulation,
+49 (0) 631 / 2017-363,
miro.duhovic@ivw.uni-kl.de

Dr.-Ing. David May,
Kompetenzfeldleiter Imprägnier- &
Preformtechnologien,
+49 (0) 631 / 316 07-34,
david.may@ivw.uni-kl.de

Das IVW dankt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung des Projektes „Retention“ (Förderkennzeichen 01DR18005). Für ihre Gastfreundschaft dankt das IVW weiterhin dem Team des CACM und der University of Auckland sowie den Firmen Core Builders Composites, Gurit, Jackson Industries, McMullen and Wing, Southern Spars und Waikato Milking Systems.

Projekt CarboBreak untersucht arbeitsschutzrelevante Themenstellung

Am 01. Januar 2019 fiel am Sächsischen Textilforschungsinstitut (STFI) in Chemnitz der Startschuss für Untersuchungen zu „Voraussetzungen und Mechanismen einer Freisetzung alveolengängiger faserförmiger Carbonfaser-Bruchstücke“. Sie sollen den Umgang mit Carbonfasern im Hinblick auf Arbeits- und Gesundheitsschutz näher beleuchten.



Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme von Carbonfasern und kritischen, gesundheitsrelevanten Carbonfaser-Bruchstücken



Arbeitsschutzmaßnahmen im Carbonfaser-Technikum des STFI

Leichtbau-Offensive und E-Mobilität forcieren umfangreiche Entwicklungen im Bereich innovativer Fasermaterialien und Faserverbundwerkstoffe. Insbesondere bei Carbonfasern hat sich der globale Bedarf innerhalb dieses Jahrzehnts mehr als verdoppelt.

Wo gehobelt wird ...

In der Prozesskette von der Faser über die textile Fläche und den Verbundwerkstoff bis zum Recycling und der Wiederverwertung werden die Carbonfasern hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt. Immer wieder wurde der Verdacht geäußert, dass durch Splitterbruch der Fasern längliche, lungengängige Fragmente freigesetzt werden.

Sicher ist sicher

Ziel des Projekts CarboBreak ist es, vertiefte Erkenntnisse zum Bruchverhalten von Carbonfasern zu erlangen. Insbesondere soll das Freisetzungsverhalten von alveolengängigen Bruchstücken bei mecha-

nischer Beanspruchung untersucht werden. In der Folge werden mit Fokus auf Arbeits- und Gesundheitsschutz Handlungsempfehlungen für den Umgang mit Carbonfasern erarbeitet. Die Ergebnisse des Projektes CarboBreak leisten nach dem „Safety by Design“-Ansatz einen grundlegenden Beitrag zur Entwicklung anwendungssicherer Materialien und Produkte.

Interdisziplinäre Forschung

Um die Projektziele zu erreichen, bedarf es gemeinschaftlicher, branchenübergreifender Anstrengungen von Fachleuten unterschiedlicher Disziplinen aus Forschung und Industrie. Sie treffen im Projektkonsortium aufeinander, das aus den folgenden vier Partnern besteht: STFI, Chemnitz, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Berlin, IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Dresden, und CFK Valley Stade Recycling GmbH & Co. KG, Wischhafen. Hinzu kommt ein Pool aus aktuell mehr als zehn assoziierten Partnern, der erweitert werden kann.

Erste Zwischenergebnisse der Untersuchungen werden am 26. September 2019 zum NanoCare 4.0 Clustertreffen im Dechema-Haus in Frankfurt am Main vorgestellt.

Weitere Informationen:

Sächsisches Textil Forschungsinstitut e.V. (STFI), Chemnitz, www.stfi.de

Dr. rer. nat. Anna Große,
+49 (0) 371 / 52 74-282,
anna.grosse@stfi.de

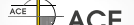
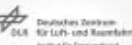
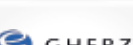
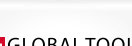
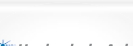
Dipl.-Ing. Romy Naumann,
romy.naumann@stfi.de

Dipl.-Ing. (BA) Marcel Hofmann,
marcel.hofmann@stfi.de

Das BMBF-Vorhaben 03XP0197 (CarboBreak) wird über den Projektträger Jülich im Rahmen des Programms „NanoCare 4.0 – Anwendungssichere Materialinnovationen“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

CCeV-MITGLIEDER

August 2019

 3D-MODEL AG	 9T LABS	 ACE		 AFPT	 AIRBUS DEFENCE & SPACE	 AIRBUS GROUP	 AIRBUS HELICOPTERS
 ALPEX Tooling for Composites	 AMANN GROUP	 ANSYS	 ANT	 apodius quality in automation	 arianegroup	 Atlas Copco	
 AUGSBURG INNOVATIONS PARK	 AUTEFA	 automation the future is now	 BROETJE AUTOMATION	 Balti Composite Technology	 Baumer	 bayern innovativ	 bifa Umweltinstitut
 BIONTEC BIONIC COMPOSITE TECHNOLOGIES	 BJS Ceramics	 BMW	 Brembo SGL GROUP CARBON CERAMIC BRAKES	 brose Technik für Automobile	 camplaster EUROPLAST	 CARBOWELL	 Carbon-Werke Wellinger GmbH & Co KG
 CARBO-TEX® carbon is our passion	 cevotec	 CFK VALLEY STADE RECYCLING	 CG Rail	 CG TEC Innovative Composites Technology	 CGTECH VERICUT	 CIKONI composites innovation	 CirComp
 C-MATRIX Carbonmatrix GmbH	 c-m-p	 compoScience COMPOSITE SCIENCE & INNOVATIONS	 compositence	 COMPOSITESBUSCH	 compositeworx.ch	 connova	 CORIOLIS
 COTESA COMPOSITES	 covestro	 cross composite	 CSF	 CVT	 D&S	 DEKUMED DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL-UND FASERFORSCHUNG	 Deutsches Zentrum DLR für Luft- und Raumfahrt Institut für Fahrzeugkonzepte
 Deutsches Zentrum DLR für Luft- und Raumfahrt Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie	 Deutsches Zentrum DLR für Luft- und Raumfahrt Institut für Fahrzeugbau, Antriebe und Abgas	 Deutsches Zentrum DLR für Luft- und Raumfahrt Institut für Werkstoff-Forschung	 DIEHL Aviation	 diondo X-ray systems and services	 DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL-UND FASERFORSCHUNG	 DJK Europe GmbH	 EBF Forschung Entwicklung Erprobung
 EBI	 EDAG	 EIM	 elg ELG Carbon Fibre Ltd. RECYCLED CARBON FIBRE	 EMPA Materials Science & Technology	 Ensinger	 get it right®	 ETH Eidgenössische Technische Hochschule Zürich Swiss Federal Institute of Technology Zürich
 EURO INNOVATION	 EVONIK INDUSTRIES	 FACC	 n/w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	 faurecia CLEAN MOBILITY	 FCT Anlagenbau GmbH	 ECKERT SCHULEN	 FH OBERÖSTERREICH UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES UPPER AUSTRIA
 FOLD CORE	 SKZ Das Kartensport-Zentrum	 JÜLICH FORSCHUNGSZENTRUM	 Forschungszentrum Ultraschall	 FORWARD ENGINEERING	 fralsa	 Fraunhofer EMI	 Fraunhofer EZRT
 Fraunhofer ICT	 Fraunhofer IFAM	 Fraunhofer IFF	 Fraunhofer IGV	 Fraunhofer IKTS	 Fraunhofer IMWS	 Fraunhofer IPA	 Fraunhofer ISC
 Fraunhofer IWM	 Fraunhofer IWS	 Fraunhofer IWU	 Fraunhofer IZFP	 Fraunhofer PYCO	 FTA Innovating Textiles	 GFD Global Fiber Design	 GHERZI
 GKN GROUP	 GLOBAL TOOL The Carbon Tool Company	 GMA A MEMBER OF METALUR GMA-WERKSTOFFPRÜFUNG-GMBH	 GUHRING	 GUNNAR advanced cutting solutions	 Gerster Carbon Technology	 HA-CO Carbon and more	 HAUFER COMPOSITES
 herone TAILORED PERFORMANCE	 HEXCEL	 HEXION	 HIGHTECH ZENTRUM AARGAU	 Hightex Hightex Technologies GmbH	 Hochschule Augsburg University of Applied Sciences	 Hochschule Aalen	 ifm Institut für Materialwissenschaften der Hochschule HTL
 UNIVERSITY MÜNCHEN	 Hochschule Ravensburg-Weingarten Technik Wirtschaft Sozialwesen	 HPTEC	 iwk INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG	 HOCHSCHULE KONSTANZ TECHNISCHE WIRTSCHAFT UND GESTALTUNG	 HUFSCHMIED ZERSPANUNGSSYSTEME	 HUNTSMAN Enriching lives through innovation	 IBT IBT IntraBioTech GmbH
 ICM Institut Chemischer Maschinen- und Anlagenbau e.V.	 ico oet	 IDVA smart • composite • solutions	 carbon	 IMA DRESDEN	 imko industrial competence	 InCA	 inno focus



PRÄSENTIEREN SIE SICH IN IHRER MITGLIEDER-ZEITSCHRIFT

Gestalten Sie Ihre Anzeige entsprechend und erreichen Sie Kunden, Partner sowie interessiertes Fachpublikum aus ganz Europa. Nutzen Sie die Möglichkeit, mit der Sie über die gedruckte Version hinaus auch in der Online-Ausgabe präsent sind. Seien Sie in der kommenden Ausgabe dabei und profitieren Sie von dem fachlich optimalen Umfeld und der interessierten Zielgruppe.

Übrigens: Das Jahresthema 2020 lautet "Additive Fertigung".



Redaktion

Doris Karl, CCeV Marketing, Kommunikation,
+49 (0) 821 / 26 84 11-04,
Elisabeth Schnurrer, Redaktion,
+49 (0) 821 / 364 48,
redaktion@carbon-composites.eu

Mediaberatung/Anzeigen

vmm wirtschaftsverlag,
Barbara Vogt,
+49 (0) 821 / 44 05-432,
barbara.vogt@
vmm-wirtschaftsverlag.de

Die nächste Ausgabe Ihrer Mitglieder-Zeitschrift erscheint zur JEC World in Paris vom 03. bis 05. März 2020 – dann voraussichtlich schon mit neuem Namen und in neuem Gewand, herausgegeben vom neuen, vereinten Dachverband Composites United.

Über den Redaktionsschluss werden die Mitglieder wie üblich per E-Mail und Newsletter informiert.

Darüber hinaus können Sie uns als Mitglied jederzeit Meldungen und Berichte zusenden, die wir auf der Verbandswebsite veröffentlichen.

CCeV-Mitglieder im Heft

Seite

9T Labs AG	17, 27
Airbus Helicopters Deutschland GmbH	44
BaltiCo GmbH	50
c-m-p gmbh	42
compoScience	31
Coriolis Composites GmbH	28
DJK Europe GmbH	36
ELG Carbon Fibre	53
Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS	37
Hochschule Augsburg	22, 46
Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden	12, 40
Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM), TU Dresden	52
Institut für Textiltechnik (ITT) der RWTH Aachen	49
Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) GmbH	24, 54
KraussMaffei Technologies GmbH	21

Seite

Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH	34
LSK KORROPOL GmbH	16
M&A Dieterle GmbH Maschinen- und Apparatebau	32
Math2Market GmbH	24
Neue Materialien Bayreuth GmbH	26
Roth Composite Machinery GmbH	35
RUAG Holding AG	45
Sächsisches Textil Forschungsinstitut e.V. (STFI)	55
SWMS Systemtechnik Ingenieurgesellschaft mbH	26
Symate GmbH	25
thoenes® Dichtungstechnik GmbH	30
TRUMPF GmbH & Co. KG	17
Universität Augsburg	47
Universität Bayreuth	52
Universität Stuttgart	32
Vogel moulds and machines AG	17

IMPRESSUM

Herausgeber:

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

Verantwortlich für Herausgabe und Inhalt:

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

Vorstandsvorsitzender:

Prof. Dr. Hubert Jäger

Geschäftsführer:

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

Redaktion:

Doris Karl (Chefredaktion)
Postanschrift siehe oben
+49 (0) 821 / 26 84 11-04,
doris.karl@carbon-composites.eu

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

Umsetzung:

Bestmarke Werbeagentur GmbH & Co. KG
Kobelweg 68a, 86156 Augsburg
+49 (0) 8 21/79 63 11 95
info@bestmarke.de
www.bestmarke.de

Druck:

Mayer & Söhne
Druck- und Mediengruppe GmbH & Co. KG
Oberbernbacher Weg 7, 86551 Aichach
+49 (0) 82 51/880-0
info@mayer-soehne.de
www.mayer-soehne.de

Anzeigen:

vmm wirtschaftsverlag gmbh & co. kg
Barbara Vogt
Kleine Grottenau 1, 86150 Augsburg
+49 (0) 8 21/4 40 54 32
barbara.vogt@vmm-wirtschaftsverlag.de

Bildnachweis:

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

Titelbild: thoenes® Dichtungstechnik GmbH

Erscheinungsweise:

Zweimal jährlich (2019)

Verbreitung:

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

Haftung:

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

Urheberrecht:

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

Verbreitete Auflage: 1.500 Exemplare
ISSN 2366-8024

ULTRA LEICHTBAU SITZ

DIGITALE
PROZESS
KETTE

xFK
in 3D™

ADDITIVE
MANU
FACTURING

7 PARTNER

7 MONATE

KNAPP ÜBER 10 KG



LIVE ERLEBEN AUF DER
COMPOSITES EUROPE 2019