

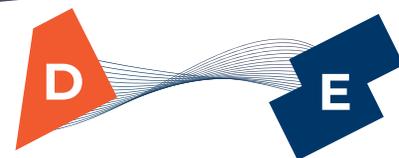
# cu reports

**CU**  
COMPOSITES  
UNITED

#02 | 2020

Internationales Mitgliedermagazin  
des Composites United

ISSN 2699-4534



## FUTURE IS NOW

### AKTUELL

Netzwerk-News und Infos,  
aktiv für die CU-Mitglieder

6

### ADDITIVE

Key Aspect 2020: Focus  
on "Additive Manufacturing"

19

### ANGEWANDT

Composites mit Leichtigkeit,  
vom Entwurf zur Produktion

31

# ALL GOOD THINGS COME IN THREES.

## EXPERTS FOR LIGHTWEIGHT

10 years of COMPOSYST history created a wide range of high quality carbon fiber projects.

Founding its experiences in the aerospace industry COMPOSYST has since been growing steadily providing professional solutions.

2020 has again been successful for COMPOSYST with three finished major projects – the base for future challenges.

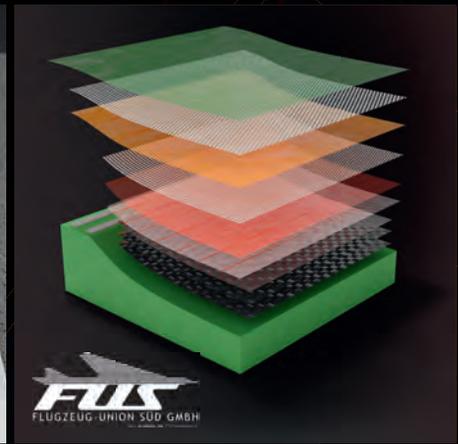
### NEW LOCATION



### NEW WEBSITE LAUNCH



### NEW LINE OF PRODUCTS



## LIMITLESS COMPETENCE FOR YOUR BUSINESS

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



AEROSPACE



VAP®



ELEVATOR  
TECHNOLOGY



NAVAL  
SYSTEMS



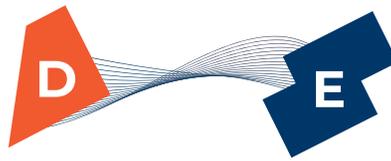
WIND  
ENERGY



MEDICAL  
TECHNOLOGY



DESIGN



## Sehr geehrte Mitglieder,

die Corona-Pandemie hat unseren privaten und beruflichen Alltag im Jahr 2020 mächtig durcheinandergewirbelt. Sowohl die JEC World in Paris im März als auch die LightCon im Juni 2020 mussten auf das Jahr 2021 verschoben werden. Unsere Welt ist digitaler geworden. Moderne Kommunikationsformate wie Videotelefonie, Webseminare oder digitale Konferenzen und Messen haben sehr an Bedeutung gewonnen.

Wir sind schnell tätig geworden, um unter den neuen Rahmenbedingungen weiterhin für die CU-Mitglieder präsent zu sein und Sie zu unterstützen. Bereits seit Anfang April wurden regelmäßig Webseminare angeboten, ein Format, das der neue CU-Service „Webseminar Wednesday“ nach der Sommerpause verstetigte. Auch Thementage wurden digital abgehalten und es fand eine LightCon-Preview-Week statt. Sie präsentierte die besten Beiträge des LightCon-Programms für 2020 in digitaler Form als Vorgeschmack auf die LightCon 2021.

Auch am erstmalig durch das Bundeswirtschaftsministerium gestarteten Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) konnten wir durch maßgebliche Mitarbeit unsere Leichtbau-Landschaft in Deutschland bestens positionieren. Dieses Programm soll nun im kommenden Jahr auf die europäische Ebene gebracht werden. Das wäre ein weiterer großer Erfolg für uns alle.

Jedoch halten wir – gerade in diesen dynamischen Zeiten und auf Ihren vielfachen Wunsch – auch an Bewährtem fest. So erscheint etwa die vorliegende zweite Ausgabe des CU reports im Jahr 2020 sowohl online als auch gedruckt. In diesem Magazin erwarten Sie wieder viele spannende Innovationen aus dem CU-Netzwerk, insbesondere zum diesjährigen Fokus-Thema ‚Additive Fertigung‘. Lassen Sie sich von der Kompetenz unseres großen Netzwerks überzeugen.

Gerade in diesen herausfordernden Zeiten ist Ihre CU-Mitgliedschaft wertvoll. Sie sind nicht auf sich allein gestellt, sondern wir können gemeinsam im Netzwerk als Solidargemeinschaft zusammenstehen.

Kommen Sie auf uns zu, wir sind für Sie da!

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen.  
Ihre CU-Präsidiumssprecher

Prof. Dr. Dieter Meiners



## Dear Members,

the corona pandemic has changed both our private and our professional everyday life in 2020 quite significantly. Both the JEC World in Paris in March and the LightCon in June 2020 had to be postponed until 2021.

Our world has become more digital. Modern communication formats such as video calls, web seminars or digital conferences and trade fairs have become much more important.

We have acted quickly in order to continue to be present for CU members and to support them under the new conditions. Since the beginning of April web seminars have been offered regularly, a format that was continued with the new CU service “Webseminar Wednesday” after the summer break.

Also, theme days were held digitally and a LightCon preview week took place. It presented the best contributions of the LightCon program for 2020 in digital form as an outlook to the LightCon 2021.

We also were able to position the field of lightweight construction in Germany in the best possible way through our significant participation in the Technology Transfer Program Lightweight Construction (TTP LB), which was launched for the first time by the Federal Ministry of Economics. This program is now to be brought up to European level in the coming year. This would be another great success for all of us.

However – especially in these dynamic times and in response to your many requests – we are also holding on to the tried and tested. Therefore, this second edition of the CU reports will be published both online and in print in 2020. In this magazine you can expect many exciting innovations from the CU network, especially regarding this year’s focus topic ‘Additive Manufacturing’. Let us convince you of the competence of our large network.

Particularly in these challenging times your CU membership is valuable. You are not on your own, but we can stand together in the network as a community of solidarity.

Approach us, we are available to you!

We hope you enjoy reading.

Your CU presidium spokespersons

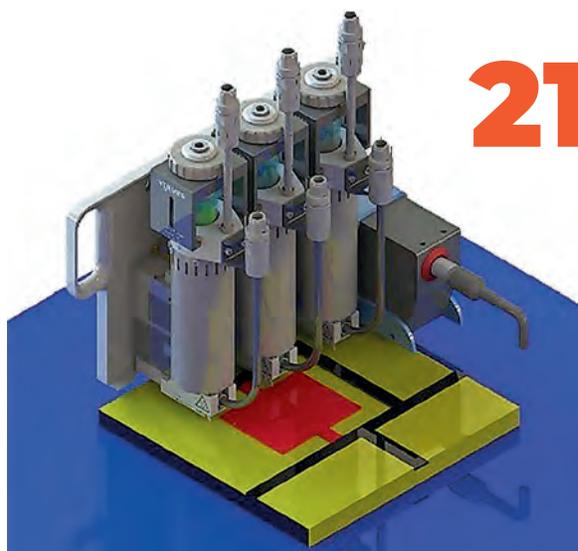


Prof. Dr. Hubert Jäger



# 35

# 21



- 03 Vorwort | Editorial
- 06 Weichen stellen – CU-Gesamtvorstand und MGV
- 07 **NETZWERK | NETWORK**
- CU aktiv
- 08 Gemeinsam gewinnen – FVW-Kreislaufwirtschaft
- 09 Kosten-Frage – CFK-Top-Down-Kostenschätzung
- 10 Teamwork in demand – Inter-disciplinary is a must
- 11 1-Mio.Euro-Audit – Fördermittel-Audit bei CU Nord
- 11 Auf Kurs – MAI-Carbon Projektforum und MGV
- 11 Konichiwa und Hallo – Projekte mit Japan

### Personalien

- 12 Visionär – Neuer Geschäftsführer des CU Bau
- 12 Normativ – Composites-Fachmann in FNK berufen
- 12 Integrierte FKV-Produktentwicklung – Fachbuch
- 13 Hauptstadt-Präsenz – CU-Geschäftsstelle in Berlin
- 13 Endlich wieder unter Menschen – Sommergrillen

### Interview

- 14 Carbon goes Naturschutz – Recycelte Rotorblätter retten Bäume | Interview mit Franz Weißberger

### CU informiert

- 16 CU Online – Live-Webseminare sehr erfolgreich
- 17 Digitale Bildung – CU auf Instagram und YouTube
- 18 CU Termine 2021
- 18 Messe-Highlight in Hannover – LightCon 2021

### 19 FOKUS | FOCUS

#### Additive Fertigung | Additive Manufacturing

- 20 Multi Material Jetting – Additive Fertigung multifunktionaler Bauteile aus mehreren Materialien
- 22 Additiv, reaktiv, innovativ – 3D<sup>3</sup>-Prozessforschung
- 24 Komplex gedruckt – eFam4Ind entwickelt industrietaugliche Prüf- und Simulationsroutinen
- 25 Reverse Engineering – Von der 3D-Digitalisierung über CAD-Modelle zur additiven Fertigung
- 26 Betriebsmittel – 3D-Computertomographie für AM

- 28 Faserverstärkte Keramiken – CerAM für 3D-CMCs
- 29 Aufbau-Keramik – Thermische Prozesse in der additiven Fertigung

### 31 MITGLIEDER | MEMBERS

#### Bau | Construction

- 32 Beton trifft Towpreg – Adhäsive Bindung zwischen textiler Bewehrung und mineralischer Matrix
- 34 Brückenschlag – CFK-Stablegetechnologie für Leichtbau-Brücke auf Rügen

#### Ceramic Composites

- 35 Drum prüfe... – Fügen von CMC und Metall
- 36 Friktionswerkstoffe – Verbundkeramische C/SiC-C/SiC-Reibpaarungen
- 37 Friction material – IGF research on friction pairings
- 38 Mit heißer Nadel – Nähfaden aus Siliziumcarbid
- 39 HT-properties – Industrial heating of Ox/Ox CMCs

#### Digitalisierung | Digitalization

- 40 So klingt Perfektion – Akustische Inline-Qualitätskontrolle für die Zerspanung
- 41 The sound of perfection – Acoustic inline-quality control for machining
- 42 Blick fürs Essenzielle – Tapelegen mit Kamera
- 43 An eye for the essential – Software-based tape stacking with the aid of camera technology



- 44 Paperless factory – Smooth all-online trans-Pacific software implementation
- 45 Digitale Struktur-Hilfe – Cleveres Datenmanagement unterstützt Composite-Entwicklung

**Forschung | Research**

- 46 Aufgedreht – Kommunale Gas-Wasser-Armaturen
- 47 Spannung steigt – Festigkeitssteigerung durch vorgespannte Lamine
- 48 Langfristige Kooperation – Wickeltechnologie-Studie in Leichtbau-Netzwerk
- 49 Long-term cooperation – Lightweight-Network

**Luft- und Raumfahrt | Aerospace**

- 50 Skelett für Sentinel-4 – Struktur-Flugmodelle für Raumfahrt und erdnahe Monitoring
- 51 Skeleton for Sentinel-4 – Structural flight models
- 52 Advanced aerial mobility – One-step consolidation of thermoplastic composites

**Material | Materials**

- 53 Ohne Umwege – Hybridtextil statt Organoblech
- 54 Neue Maßstäbe in der Küche – Nachhaltige Verbundwerkstoffe in Küchen
- 55 New benchmarks in the kitchen – Biobased and sustainable fiber reinforced composites
- 56 Härten kommt später – EP-Vliesstoffe aus nichtgehärteten Harz-Härter-Gemischen
- 57 Curing comes later – Epoxy nonwovens made from uncured resin-hardener blends

**Produktion | Production**

- 58 Heiß ersehnte Zykluszeiten – IR-Härtung bei hohen Temperaturen
- 59 Hotly desired process cycles – High-temperature infrared curing
- 60 Einmal mit allem – Integriertes Sandwich-Legen
- 61 Lock, stock and barrel – Integrated lay-up process for sandwich structures
- 62 Flexibilität für Forschung und Fertigung – Neues Zentrum für modulare AFP-Technologie

- 63 Agility for research and production – New facility for modular AFP technologie
- 64 Effizient verbunden – Laserschweißen von Composite-Metall-Hybridstrukturen
- 65 Efficiently joined – Laser welded hybrid structures
- 66 Teamwork beim Legen – Mehrfachgekrümmte Strukturen aus unterschiedlichen Halbzeugen
- 67 Teamwork during layup – APP allows for double-curved surfaces with broad fabrics
- 68 Hohlprofile verbinden – Lasteinleitung für Hybride
- 69 Joining profiles – Joining for hybrid components
- 69 Erfahrung und Expansion – Mittelständischer Modellbauer rüstet für den globalen Markt
- 70 Just a few minutes – Self-sustaining curing
- 71 Neue Generation – Zeitgemäßes Zerspanen

**Simulation**

- 72 Divide and rule – Software pushes performance
- 73 Schulterschluss – Virtueller Prozess vermeidet frühzeitig kritische Stäube

**Transport**

- 74 Erstklassig reisen – CFK-Drehgestellrahmen gewinnt ERCI Innovation Award
- 75 First class coaches – CRP bogie frame wins ERCI Innovation Award
- 76 Müll leichter entsorgen – Städtische E-Abfallflitzer

- 78 Logos CU-Mitglieder | CU members' logos
- 81 CU-Mitglieder im Heft | CU members in this issue
- 81 Vorschau | Preview
- 82 Impressum | Imprint



# Weichen stellen

## Gesamtvorstandssitzung und digitale Mitgliederversammlung des CU im Jahr 2020

**Am 14. September fand die erste Sitzung des CU-Gesamtvorstands statt. Diskutiert wurde die strategische Ausrichtung des CU in zentralen Handlungsfeldern. Um die Zukunft ging es auch bei der zweiten CU-Mitgliederversammlung, die am 6. November coronabedingt erstmals online stattfand. Die jeweils hohe Beteiligung unterstreicht das vitale Interesse der CU-Mitglieder an ihrem Netzwerk.**

Durch die Fusion von CFK Valley e. V. und Carbon Composites e. V. entstand im Jahr 2019 mit dem Composites United e.V. (CU) eines der weltweit größten Netzwerke für faserbasierten Leichtbau. In ihm bündeln sich die besonderen strategischen Schwerpunkte und Stärken beider Ursprungsvereine.

### CU-Gesamtvorstandssitzung

Sie zum Nutzen der CU-Mitglieder weiterzuentwickeln ist Aufgabe des neu formierten Gesamtvorstands des CU. Der traf sich erstmals im September zu einem Strategieworkshop im modernen Umfeld des BrewDog Dogtap in Berlin, ein zweites Mal online am 2. November.

Im Gremium und später in Arbeitsgruppen wurden zehn strategische Handlungsfelder diskutiert: 1) Internationalisierung, 2) Werte für Mitglieder, 3) Politik und Lobbying, 4) Digitalisie-

rung, 5) Technologie-Zentren, 6) Projekte und Funding, 7) Aus-, Fort- und Weiterbildung, 8) Organisationsentwicklung und Finanzierungen, 9) Nachhaltigkeit sowie 10) Marketing.

Zu jedem Thema trugen die Vorstände Ziele und Herausforderungen zusammen. Zwischen ihren Treffen leiteten sie daraus gemeinsam mit Vertreterinnen und Vertretern der operativen Ebene konkrete strategische Ziele sowie operative Maßnahmen ab und definieren die erforderlichen Ressourcen – Basis für die künftige strategische Ausrichtung des CU.

### CU-Mitgliederversammlung

Diese wichtige Grundsatzentscheidung war auch eines der großen Themen der zweiten CU-Mitgliederversammlung. Sie musste zwar aufgrund der aktuellen Corona-Situation komplett online stattfinden, war aber auch in diesem Format erfreulich gut besucht.

So waren rund 200 CU-Mitglieder am Monitor dabei, als Präsidiumssprecher Prof. Dr. Hubert Jäger die Ergebnisse des o.g. Strategieworkshops und die künftigen Schwerpunktthemen vorstellte. Sein Amtskollege Prof. Dr. Dieter Meiners gab einen Überblick über die Finanzen und erläuterte den Haushaltsplan 2021. Abgerundet wurde der Tätigkeitsbericht durch Reviews aus den Netzwerken, Clustern und von der Hauptgeschäftsführung, schließlich entlasteten die Mitglieder das Präsidium einstimmig.

### Bundesregierung fördert Leichtbau

Ebenfalls online zugeschaltet war Ministerialrat Werner Loscheider, der die Initiative Leichtbau und das sehr erfolgreich angelaufene Technologietransfer-Programm Leichtbau des Bundeswirtschaftsministeriums vorstellte.

Loscheider betonte die wichtige Rolle des CU und unterstrich die Bedeutung des Leichtbaus als globale „game changer-Technologie“. Mit dem Verweis auf Schlüsselfaktoren wie Kostensenkung und Recyclingfähigkeit prognostizierte er dabei eine „Win-win-win-Situation für Wirtschaft, Klima und Arbeitsplätze“.

→ **Composites United e.V.**  
[www.composites-united.com](http://www.composites-united.com)

*Vorstellung der strategischen Handlungsfelder im CU-Gesamtvorstand*





**CU**  
COMPOSITES  
UNITED

**YOUR FUTURE  
WITH  
COMPOSITES!**

CU ONLINE  
WWW.COMPOSITES-UNITED.COM

1) Internationalisierung

Globales Umfeld

Unsere Mitgliedsunternehmen und Forschungseinrichtungen befinden sich in einer globalen Wettbewerbssituation

Wettbewerbssituation

Eine globale Ausrichtung ist ein Alleinstellungsmerkmal und Wettbewerbsvorteil gegenüber konkurrierenden Netzwerken

Ohne starke internationale Präsenz wird der Verein immer unattraktiver und verliert die Führungsposition zurück. Die globale Ausrichtung ist ein Alleinstellungsmerkmal und Wettbewerbsvorteil gegenüber konkurrierenden Netzwerken. CU besitzt bereits etablierte Präsenzen in China, Indien, Korea und Japan. Wir werden diesen Wettbewerb ausbauen und strategisch nutzen.

Um den internationalen Partnern und Mitgliedern gerecht zu werden, wird die CU sich zweisprachig (Deutsch und Englisch) ausrichten.

Wir konzentrieren uns auf Europa und werden die Partnerschaft mit EUCO stärken. Wir werden uns aus Asien zurückziehen.

**K  
O  
N  
F  
E  
R  
E  
N  
Z**

# Gemeinsam gewinnen

## Sächsisches Bündnis für Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft von Faserverbundwerkstoffen

**Wissenschaftler der TU Dresden und Unternehmer aus Sachsen planen ein „Regionales Bündnis für Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft von Faserverbundwerkstoffen“. Es soll Recyclingfähigkeit und Recyclingprozesse von Faserverbundwerkstoffen voranbringen und damit sowohl die Modellregion „Elbtal Sachsen“ strukturell stärken als auch jungen Leuten Lebens- und Berufsperspektiven bieten.**

In allen Bereichen unseres Lebens erobern Faserverbundwerkstoffe immer neue Anwendungsfelder. Vom Sportgerät bis zur Windkraftanlage, vom Automobilbau bis zur Raumfahrttechnik, von der Tragwerksstärkung bei Betonkonstruktionen bis zur filigranen Carbonbetonschale: Hochleistungsfähige, ressourceneffiziente und leichte Materialverbünde sind unverzichtbar, wenn es um maßgeschneiderte Eigenschaften und optimale Strukturfindungen geht.

### Recycling ist ein Muss

Mit dem steigenden Bedarf an Faserverbundwerkstoffen gewinnen Recyclingfähigkeit des Materials und die damit verbundenen Recyclingprozesse zunehmend an Bedeutung. Das betrifft Produkte aus CFK und GFK ebenso wie basaltfaserbasierte Materialverbünde oder Carbon- und Textilbeton. Eine transparente und strukturierte Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft dieser Werkstoffe und Produkte unterstützt die Marktakzeptanz im wahrsten Sinne des Wortes „nachhaltig“.

### Politik, Forschung und Wirtschaft

Deshalb hat sich ein Team von Wissenschaftlern der TU Dresden und Unternehmern aus Sachsen das Ziel gesetzt, Grundlagen für ein „Regionales Bündnis für Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft von Faserverbundwerkstoffen“ zu

schaffen. Ausgangspunkt der Kooperation war die Förderrichtlinie „WIR! – Wandel durch Innovation in der Region“ aus der Programmfamilie „Innovation & Strukturwandel“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) vom Oktober 2019.

Inzwischen hat das Team unter Federführung des C3 – Carbon Concrete Composite e.V. eine Projektskizze vorgelegt und im insgesamt dreistufigen Auswahlverfahren die Konzeptphase erreicht. Dieser Erfolg basiert unter anderem auf dem großen Interesse und der breiten Unterstützung aus Wirtschaft und Gesellschaft, nicht zuletzt getragen von zahlreichen Mitgliedsunternehmen des Composites United e.V. aus dem Cluster CU Ost und dem Netzwerk CU Bau.

### Strukturwandel als Chance

Bis zum 31. Mai 2021 können die Initiatoren nun eine Konzeption erarbeiten für ihr Vorhaben, im „Elbtal Sachsen“ eine Modellregion für Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft von Faserverbundwerkstoffen zu entwickeln.

Neben der umweltpolitischen und wirtschaftlichen Zielstellung sollen damit auch Impulse für die Stärkung der Region in Zeiten tiefgreifender struktureller Umbrüche gesetzt werden. Nicht zuletzt wird das Bündnis gerade jungen Leuten berufliche Perspektiven eröffnen, in denen Klimaschutz und Nachhaltigkeit real gelebt und gestaltet werden können. ■

**i** Texton e.V., Dresden | CU Bau  
**Dr.-Ing. Ingelore Gaitzsch**  
Netzwerkmanagement | Leiterin der  
CU-AG „Faserverbundarmierter Beton“  
☎ +49 351 880 41 09  
@ gaitzsch@textil-beton.net  
🌐 www.textil-beton.net



Definierte Materialien für neue Stoffkreisläufe: Vom Abbruchmaterial aus Carbonbeton ...



... über zerkleinertes Recyclat aus Beton und Carbonfasern ...



... zu nahezu sortenreinem Betonzuschlag 0/56 (li.) und separierten Carbonfasern (re.)

# Kosten-Frage

CU-AG „Aufwandsschätzung“ meldet: CFK-Top-Down-Kostenschätzung verfügbar

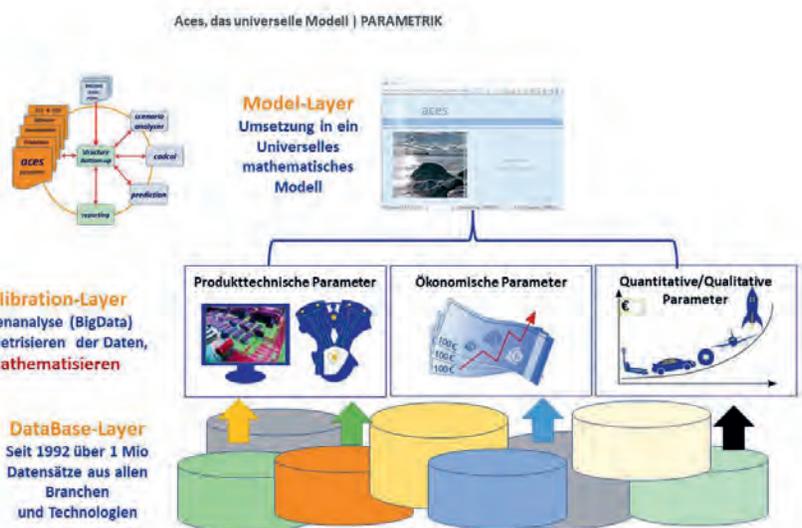
„Wie viel wird das kosten?“ – Bauteile aus kohlenfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) gelten immer noch als teuer und werden deshalb häufig nicht in Betracht gezogen. Um hier Abhilfe zu schaffen, arbeitet die CU-Arbeitsgruppe „Aufwandsschätzung“ an einer Top-Down-Kostenevaluation in der CFK-Fertigung. Nun ist das Ziel erreicht: ein möglichst umfassendes Planungstool, um zum Beispiel in Angebotsgesprächen Kosten auch für neue Bauteile schnell abschätzen zu können.

Unter Leitung von Dr. Arne Ostermann und Thomas Radmann hatte die AG auf dem Weg zum Planungstool fünf Etappenziele definiert:

1. Anforderungen an die Kostenevaluation
2. Einheitliche Kostenstruktur
3. Fertigungsprozesse der Mitglieder
4. Prozesse und Prozesskosten an einem Testbauteil darlegen
5. Vorhandene Software-Tools zur Kostenevaluation zusammentragen

Die im Rahmen von Punkt 5 unternommene Software-Sammlung erbrachte mehrere Ergebnisse. Sie reichten von einer parameterbasierten Excel-Liste mit Ähnlichkeitsmerkmalen auf Grundlage bereits kalkulierter Produkte über eine ebenfalls excelbasierte Forschungsentwicklung von Leichtbau BW und eine vorhandene Software der RWTH Aachen bis zu drei Ansätzen im industriellen Umfeld. Das sind a) „Product Cost Management“ von Siemens, ein Bottom-Up-Prozess im metallischen Bereich auf höchstem Niveau, b) eine wissensbasierte Lösung mit konvexer Optimierung des MIT-Spin-off „advanced analytics“ aus dem Umfeld von Boeing sowie c) die Parametrische Kostenschätzung „aces“ (advanced cost estimation solution) der Firma 4cost.

Letztere stellt im Sinne der Zielsetzung der AG die beste Lösung zur Verfügung, eine etablierte kommerzielle Software nebst Serviceleistungen. Sie ist flexibel und leistungsfähig, es können alle technischen Produkte bewertet werden, ob Prototyp oder Großserie, „weiße Ware“ oder Satellit, Metall oder Faserverbund, Guss oder RTM. Eine Kooperation zwischen CU



und 4cost vereinbarten daher die Geschäftsführer Alexander Gundling, CU, und Joachim Schöf-fer, 4cost, im Dezember 2019.

„Endlich haben wir ein Werkzeug am Start, das schnell und valide die Kosten in unbekanntem Terrain ermittelt – und das mit der notwendigen Genauigkeit“, freut sich Dr. Ostermann. Über die Oberfläche „c3“ (cost competence center) gibt der Anwender, der zuvor einen User-account zur Sicherung der Daten und zur Abrechnung angelegt hat, seine Produktideen und Anforderungen ein. Im hier relevanten Fall von CFK-Produkten unterstützen dann Experten aus dem CU-Umfeld die eigentliche parametrische Kalkulation in „aces“. Dr. Tjark von Reden, stellvertretender CU-Geschäftsführer, betont: „CU-c3 ist ein in Europa einzigartiges Angebot, von dem unsere Mitglieder durch einen Mitgliedsrabatt in besonderem Maße profitieren.“

Damit ist das letzte und wichtigste der oben genannten Etappenziele erreicht, andere stehen aber noch aus. So wird in weiteren AG-Sitzungen der Fokus auf die Untersuchung und Prüfung von Fertigungsprozessen und exemplarischen Produkten gelegt werden. ■



Composites United e.V.

**Dr. Arne Ostermann**

Leiter der CU-AG „Aufwandsschätzung“

☎ arne.ostermann@hamburg.de

🌐 www.composites-united.com/  
forschung/kostenkalkulation/



Building, framework and reinforcement – in Dubai start-up Apis Cor built a 3D-printed office building

# Teamwork in demand

## Thoughts on chances for additively crafted lightweight houses in near future

**Concrete is the most used construction material in the world. But it faces two bottle-necks: stock of building materials is running low and construction causes about 37 percent of the global CO<sub>2</sub> footprint. For reform, hopes are with applying automated fabrication processes in lightweight construction.**

Hopes are high that Additive Manufacturing (AM) in automated construction will make building cheaper and faster, reduce arduous labor and will add to more overall sustainability.

This shall be accomplished by avoiding waste through allocating material only where structural analysis finds it necessary. Current efforts aim at a digitized load path-oriented deposit of a minimum amount of mortar (concrete), the mixture probably being reinforced with short fibers.

### From a technical perspective

AM is but one among several manufacturing processes in lightweight design:

(1) Subtractive manufacturing: Defined removal of single volumes. Typically machining processes such as turning, drilling or milling. Goes along with high waste.

(2) Formative manufacturing: Geometry made by forming, conjoined with volume consistency. E.g. deep drawing, forging or primary forming of metal semi-finished products.

(3) Additive manufacturing: Joining and adding solid elements (termed “voxels”, if small). Best known example is casting of concrete.

The main feature of all AM processes is low-tool manufacturing. Main task in future AM construction is digital fabrication with cement-based materials. The process type most used is a material extrusion process, aka ‘mortar strand depositing’. Constraints are (1) the pro-

cessing time of the deposited strand, which essentially depends on the aggregates and the length of the full deposit path and (2) to guarantee pumpability (transport to extrusion nozzle), extrudability (passing through the nozzle) and buildability of the erected wall (strength failure). Additionally, for usually every wall must withstand bending, the implementation of reinforcement is another very challenging task.

### Inter-disciplinary wanted

ISO/ASTM 52900 defines AM as “process of joining materials to make parts from 3D model data, usually layer upon layer”. Generally used in AM are building materials such as polymers, metals and aggregated-based ones.

The conference Digital Concrete, Zurich 2018, gave first results of the then actual AM state in construction: (1) To this date AM buildings around the world were basically compression-stressed constructions. (2) To really achieve the promised building time and cost level it will take more time than indicated.

There are encouraging examples, e.g. ApisCor (fig. above), creating a frame work for the house. Parts of this framework are used for making load-carrying pillars which are filled with concrete after insertion of the reinforcement. But in spite of this even by now hardly any load-carrying constructions are built, just compression-loaded ones.

Hence, in nearer future we will not live in additively crafted multi-story houses. That will eventuate even later if a systematic approach of all necessary disciplines is not followed betimes and on a broad scale. In round terms: inter-disciplinary is preconditional for success. ■

**i** Composites United e.V. | CU Bau  
**Prof. Dr.-Ing. habil. Ralf Cuntze**  
 Head of WG “Automated Fabrication  
 in Civil Engineering (Construction)”  
 ☎ +49 8136 77 54  
 @ ralf\_cuntze@t-online.de

These articles  
are also available  
in english



## Das 1-Millionen-Euro-Audit

**Projektträger NBank nimmt Vor-Ort-Termin beim CU Nord in Stade wahr**

**CU Nord setzt das EU-EFRE Förderprogramm „Innovationsnetzwerke“ in seiner Region mitverantwortlich um. Im Rahmen eines Fördermittel-Audits bestätigte der Projektträger den auftragsgemäßen Projektverlauf.**

Kleine und mittelständische Unternehmen aus fünf Landkreisen der Region Süderelbe werden auf Antrag über das EU-EFRE Förderprogramm „Innovationsnetzwerke“ unterstützt, wenn sie Prototypen mit neuen Materialien (Leichtbau) und/oder additiven Fertigungsverfahren (3D-Druck) erstellen. Angesiedelt ist das Programm im Smart Region-Leitprojekt „Kompetenzzentrum neue Materialien und Produktion“.

Das Fördervolumen beträgt 1 Million Euro, vergeben über die Hannoveraner NBank.

Das Netzwerk CU Nord setzt dieses Förderprogramm zusammen mit der Süderelbe AG und dem Laboratorium für Fertigungstechnik der Helmut-Schmidt-Universität aus Hamburg in seiner Region um. Am 25. Juli hatte sich der Projektträger zur Kontrolle angekündigt.

Das rund zweistündige Audit beim CU Nord in Stade verlief bestens: Die Unterlagen waren sauber sortiert, dokumentierte Vergabeverfahren, Angebote, Entscheidungsbegründungen, Abrechnungen, Fahrtenbuch ... alles griffbereit, das EU-Logo prominent auf der Website, das Projektplakat für Besucher sofort sichtbar aufgehängt und eine kleine Projektpräsentation zusammengestellt.

Die mustergültige Ordnung spiegelt auch die abschließende offizielle Bewertung wider: „Örtlichkeiten, Umsetzung, Fortschritt, Prüfung der Belege und Dokumente, alles vorbildlich, weiter so!“

**i** Composites United e.V. | CU Nord  
**Dr. Joachim Henning**  
Leiter Innovation und Technik  
☎ +49 4141 407 40-14  
@ joachim.henning@composites-united.com  
🌐 www.composites-united.com/projects/knmp/

*Offene Bücher, gelungenes Audit: Dr. Gunnar Merz und Dr. Joachim Henning (re. und 3. v. re.) begrüßen Kim Voigt und Michael Haug (2. und 4. v. re.) von der NBank beim CU Nord in Stade*

## Konichiwa und Hallo

**Internationalisierungsprojekte mit Japan erfolgreich gestartet**

Am 01. April 2020 fiel der Startschuss für die ersten technischen Projekte von deutsch-japanischen Konsortien im Rahmen der Internationalisierungsmaßnahme InterSpin+. Dass der Auftakt trotz Corona-Einschränkungen reibungslos verlief, ist nicht zuletzt den Bemühungen des Projektträgers Jülich zu verdanken.

Beständig geht seitdem die Arbeit in den Projekten HiPeR zum Thema „Hochwertiges CFK-Recycling“ und ThermoPros zu „Thermoplast-Profilfertigung“ voran. Dank moderner Kommunikationstools findet ein regelmäßiger Austausch statt und erste Etappenziele wurden erreicht. Das bestätigt alle Beteiligten in ihrer

## Auf Kurs

**MAI Carbon MGV und Projektforum**

**Als Kombi-Veranstaltung und erstmals virtuell fanden am 07. Oktober 2020 Mitgliederversammlung und Projektforum des im CU organisierten Spitzenclusters MAI Carbon statt – ein voller Erfolg mit fast 100 Teilnehmer\*innen.**

Nach der Keynote zu Wasserstoffwirtschaft von MAI Carbon-Partner CSI Entwicklungstechnik stellte MAI Carbon-Geschäftsführer Dr. Tjark von Reden Aktivitäten und Erfolge des vergangenen Jahres vor, darunter die neue Clusterbroschüre in nutzerfreundlichem Design und mit Zugriff von jedem Endgerät aus. Es folgten Rechenschaftsbericht und einstimmige Entlastung des alten Vorstands. Neu gewählt wurden: Prof. Klaus Drechsler (Fraunhofer IGCV), Dr. Andreas Erber (SGL Carbon), Markus Feiler (Coriolis Composites), Ralph Hufschmied (Hufschmied Zerspansungssysteme), Johannes Plaum (Airbus Helicopters) und Prof. Wolfgang Reif (Universität Augsburg).

Das Projektforum am Nachmittag bot 20 Sessions zu aktuellen Projekten von MAI Carbon und CU. Sie beschäftigten sich, in zwei Reihen parallel laufend, mit den Bereichen Produktionssysteme, Design, Engineering, Effizienz und Nachhaltigkeit.

**Composites United e.V. | MAI Carbon**



Überzeugung, dass die Projekte wie geplant erfolgreich durchgeführt werden können.

**i** Composites United e.V. | CU Nord  
**Dr. Bastian Brenken**  
☎ +49 4141 407 40-15  
@ bastian.brenken@composites-united.com  
🌐 www.composites-united.com

### Visionär

#### Neuer Geschäftsführer für CU Bau



Der erfahrene und in der Branche gut vernetzte Textil-Beton-Visionär Roy Thyroff ist neuer Geschäftsführer des Fachnetzwerks CU Bau des Composites United e.V. (CU). Seit September 2020 bringt er in dieser Funktion den Einsatz von faserverstärkten Werkstoffen im Bauwesen voran.

Zuvor war der Technische Betriebswirt und Industriemeister Textil u.a. in der V. Fraas Solutions in Textile GmbH und bei rothycon aktiv. Von 2012 bis 2019 war Roy Thyroff außerdem Verbandsgeschäftsführer des Tudalit e.V., seit Ende Juni 2019 gehört er dessen Vorstand an.

Im CU Bau will Thyroff aktuelle Themen vorantreiben wie Faserverbundarmierter Beton, Bauen mit faserverstärkten Kunststoffen, Automatisierte Fertigung (3D-Druck) sowie Bemessung und Nachweis. Insbesondere hat er dabei die Betonfertigteil-Branche und die weitere Kooperation mit den Ulmer Betontagen im Sinn. „Ich werde (...) weiterhin strategische Partnerschaften mit etablierten Unternehmen und Weiterbildungseinrichtungen anstreben und auch die nationale und internationale Forschungslandschaft einbinden“, so Thyroff. ■



These articles are also available in english

### Normativ

#### IVW-Fachmann in FNK berufen

Im Normenausschuss Kunststoffe (FNK) des Deutschen Instituts für Normung (DIN) engagiert sich das Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) schon seit Langem. Nun wurde Dr. Sebastian Schmeer, stellvertretender Leiter der Abteilung Bauteilentwicklung am IVW, am FNK zum Leiter des Fachbereichs 2 Duroplast- und Thermoplast-Formmassen ernannt und zudem in den FKN-Beirat berufen.

Der FNK ist in Deutschland zuständig für die Erarbeitung und Aktualisierung der Kunststoffe betreffenden Normen. Auch vertritt er die deutschen Interessen auf europäischer (CEN, Europäisches Komitee für Normung) und internationaler Ebene (ISO, Internationale Organisation für Normung).

Schmeer ist auch und bleibt weiterhin Obmann der DIN-Arbeitsausschüsse „Verstärkte Kunststoffe und härtbare Harze“ (NA 054-02-02 AA) im FNK sowie „Verbundwerkstoffe“ (NA 131-02-01 AA) im DIN-Normenausschuss „Luftfahrt“.

In dieser Funktion gehört er zur deutschen Delegation bei den internationalen Standardisierungsmeetings des Technical Committee „Plastics“ (TC61) auf ISO-Ebene. ■



### Konzept – Entwurf – Konstruktion

#### Neues FKV-Lehrbuch zu integrierter FKV-Produktentwicklung

Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) bieten herausragende Vorteile, von denen das hohe Leichtbaupotenzial der wohl markanteste, aber bei Weitem nicht der einzige ist. Um diese Vorteile auszuschöpfen ist eine integrierte Produktentwicklung erforderlich.

Die hierfür notwendigen Grundlagen vermittelt kenntnisreich und praxisnah das soeben neu erschienene Lehrbuch „Integrierte Produktentwicklung mit Faser-Kunststoff-Verbunden“. Autor ist Dr.-Ing. David May,

der am IVW als Nachwuchsgruppen- und Kompetenzfeldleiter tätig ist. Die Buchinhalte basieren auf Mays gleichnamiger Vorlesung an der TU Kaiserslautern. ■

David May: *Integrierte Produktentwicklung mit Faser-Kunststoff-Verbunden.*

Springer Vieweg, Wiesbaden, 2020. XVII, 262 S. e-book ISBN 978-3-662-60286-7; 39,99 €, Hardcover (inkl. e-book) ISBN 978-3-662-60285-0; 50 €



## Präsenz in der Hauptstadt

### Letzte Arbeiten in der CU-Hauptgeschäftsstelle Berlin abgeschlossen

Mit dem CU-Schild nun auch von außen klar erkennbar, ist die Hauptgeschäftsstelle des Composites United e.V. in Berlin Mitte mittlerweile voll einsatzfähig. Zwei Büros mit drei Arbeitsplätzen, Besprechungsraum, Teeküche, WLAN, Telefonie, Computer ... es herrscht Arbeitsatmosphäre in den stimmungsvollen Altbauräumen gegenüber dem ehemaligen Kunst- und Kulturhaus Tacheles.

Wichtige Anlaufstellen aus Politik und Wirtschaft sind von hier aus fußläufig erreichbar, etwa das Bundeswirtschaftsministerium in 350 m Entfernung, U- und S-Bahn-Haltestelle liegen günstig direkt vor der Haustür. Erste intensive Kontakte zur Wirtschaftsförderung Berlin Partner, zum Berliner Senat und zu anderen Netzwerken wie dem MGA Medical/Mobility Goes Additive e.V. gestalten sich bereits sehr zielführend.

„CU wird sich mit dieser Präsenz in Berlin noch enger mit den wichtigen Partnern und Kontakten in der Bundeshauptstadt vernetzen, für internationale Partner leicht erreichbar sein und so allen Mitgliedern einen weiteren deutlichen Mehrwert bieten können“, ist sich Hauptgeschäftsführer Dr. Gunnar Merz sicher. ■



**i** Composites United e.V.  
Hauptgeschäftsstelle  
Oranienburger Str. 45, Berlin  
www.composites-united.com



Dr. Joachim Henning legt selbst Hand an und befestigt das CU-Logo an der Hauswand

These articles are also available in english



## Endlich wieder unter Menschen



Der Sommer gab noch einmal alles beim beliebten „Sommergrillen im Norden“. Bei strahlendem Sonnenschein begrüßten am 16. September 2020 das CU Team aus Stade und die PFH Göttingen mit dem Hansecampus Stade Gäste aus Netzwerk, Wissenschaft und Forschung zum traditionellen Grillabend des CU Nord. Der Bedarf an face-to-face Networking war hoch, trotzdem wurde das Hygienekonzept strikt eingehalten. Denn darin waren sich alle einig: Lieber mit Abstand Netzwerken als gar nicht!



## Standzeitprobleme?

- o PKD-Werkzeuge für die Bearbeitung faserverstärkter Kunststoffe und Industriekeramiken
- o Wirtschaftlich durch enorme Standzeitvorteile gegenüber Hartmetallwerkzeugen
- o Schnelle und kostengünstige Reparatur Ihrer PKD-Werkzeuge

Made in Germany

**GRÄWO**  
Diamantwerkzeuge GmbH

Bahnweg 15  
83104 Tuntzenhausen  
Tel.: 01 76 965 10628  
martin.feldmann@graewo.de  
www.graewo.de



Echt, das geht? Das hätte ich ja nie gedacht! Wenn Sie das schon gehört haben, sind Sie hier genau richtig. Welcher ungewöhnliche Ansatz hat sich in Ihrem Unternehmen bewährt, welche Idee war geradezu brilliant? Erzählen Sie uns davon! Von innovativen Wegen, von guten Erfahrungen, von außergewöhnlichen Kooperationen, von Ihrer persönlichen Erfolgsstory mit Out-of-the-box-Charme ... – wir freuen uns auf Ihre guten Beispiele aus der Praxis!

„Carbonfaser-Pionier“ wurde er schon genannt, „Tüftler“ und „Visionär“. Im CU-Best-Practice-Interview erzählt der schwäbische Unternehmer Franz Weißgerber, Geschäftsführer der iii Weißgerber GmbH, wie er Carbon als wichtige Stütze für den Naturschutz verankert – im wahrsten Sinne des Wortes.

Fünf Fachleute stehen im Wald: Franz Weißgerber, Fachagrarwirt Robert Dettenrieder, Umweltreferent Rainer Erben, Baumsachverständiger Andreas Detter und Michael Heine (v.l.n.r.)



# Carbon goes Naturschutz

Statt Kahlschlag: Recycelte Rotorblätter erhalten alte Bäume für die Natur

Die Rotorblätter von Windkraftanlagen müssen spätestens alle 20 Jahre erneuert werden. Franz Weißgerber verwertet die darin enthaltenen meterlangen Carbonstreben neu. Ideen dafür hat er reichlich. Sein jüngster Coup: Carbonstreben als dauerhafte Stützen für alte Bäume, die sonst aus Sicherheitsgründen gefällt werden müssten. Im Augsburger Stadtwald steht seit Juli 2020 ein „Pilotbaum“.

70, 80 Jahre trotzte die Buche im Augsburger Siebentischwald schon Wind und Wetter. Nun darf sich der alte Baum an eine 6 m lange CFK-Stütze „anlehnen“. Warum ist das besser, als ihn zu fällen?

**Franz Weißgerber:** Das stabile Material ermöglicht morschen oder abgestorbenen Bäumen gewissermaßen ein zweites Leben. Die toten Bäume sind für sich zwar nicht mehr standfest, stellen aber einen wichtigen Lebensraum dar für Moose, Pilze, Insekten, Vögel und Kleintiere, sie haben große Bedeutung für die heimische Artenvielfalt.

» Bald sind die sägerauen Carbon-Stützen von einer Bewitterungsschicht aus Moosen und Flechten überzogen und dann bei gleich bleibender Stabilität quasi unsichtbar.«  
**Franz Weißgerber**

**Der moderne Hochleistungswerkstoff Carbon als Aktivposten im Naturschutz, das ist neu. Wie sind Sie auf diese Idee gekommen?**

**Weißgerber:** Diese Idee habe ich gemeinsam mit dem Sachverständigen für Carbonfasern und Verbundwerkstoffe Dr. Michael Heine entwickelt. Carbon ist extrem widerstandsfähig und witterungsbeständig, dabei leicht und filigran. Diese Materialstärken waren unser Ausgangspunkt.

**Wie kam die Stütze in den Wald?**

**Weißgerber:** Für neue Ideen Kooperationspartner zu finden, ist nicht leicht. Aber schließlich stießen wir in der alten Industriestadt Augsburg, übrigens auch Deutschlands zweitgrößter kommunaler Waldbesitzer, auf offene Ohren.

Es freut uns sehr, dass wir an zunächst zwei Bäumen über die nächsten Jahre hinweg die Umsetzung des Konzepts „Second Life“ erproben können. Wenn alles wie erwartet gut läuft, hat Augsburg noch jede Menge weiterer „bedürftiger“ Bäume in petto.

**Woher stammen die Rotorblätter?**

**Weißgerber:** Es sind ausgemusterte Rotorblätter aus Windparks, für die wir eine systematische Verwertung entwickelt haben. Das berührt die End-of-life-Thematik, ein topaktueller Bereich, in dem wir übrigens zurzeit eng mit der Bundesregierung zusammenarbeiten.

Wichtig ist: Das ist wertvoller Rohstoff. Zum Verbrennen ist dieses Material viel zu schade, damit kann ich Besseres anfangen.

**Was zum Beispiel?**

**Weißgerber:** Denkbar wären etwa begrünte Lärmschutzwände aus dem recycelten Material, die Beimengung der Recyclingfasern in Asphalt oder in Leichtbaumodelle für Maschinen- und Fahrzeugbau oder die Raumfahrt.



*Wie ein Exoskelett stabilisieren CFK-Stützen den in die Jahre gekommenen Baum*

**i** iii-Carbon Weißgerber GmbH & Co. KG, Wallerstein  
**Franz Weißgerber**  
 ☎ +49 9081 290 04 14  
 @ f.weissgerber@iii-carbon.com  
 🌐 www.iii-carbon.com



# 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





# Erfolgreicher Start von CU Online

Mehr als 2500 Teilnehmer in bislang 35 CU-Live-Webseminaren

„CU Online – CU prepared for future“ und „CU online – CU Member Innovations“ sind die Titel der ersten beiden Webseminar-Reihen von Composites United e.V. (CU), die seit April und September 2020 fest etabliert sind. Rund 30 Experten aus dem CU-Netzwerk hielten seitdem Live-Webseminare zu spezifischen Themen rund um die Bereiche Composites und Leichtbau. Die Teilnahme ist für CU Mitglieder kostenlos.

Die Veranstaltungen finden sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache statt. Jedes Webseminar dauert etwa 30 bis 40 Minuten und bietet im Anschluss die Möglichkeit, sich direkt mit den Referentinnen und Referenten auszutauschen und Fragen zu stellen.

„Mit unseren Live Webseminaren wollen wir wichtiges Grundlagenwissen vermitteln und unsere Mitglieder dabei unterstützen, trotz Corona-Einschränkungen auch weiterhin am Netzwerk partizipieren zu können“, erläutert Katharina Lechler, Leiterin des Bereichs Bildung im CU. „Die neue Reihe ergänzt das Weiterbildungsangebot des Vereins. Es umfasst neben Seminaren und Lehrgängen nun auch Online-Angebote und Webseminare.“

## LightCon Preview Week – jeden Tag ein Live-Webseminar

Coronabedingt musste die für Juni 2020 geplante Premiere der Kongressmesse LightCon leider um ein Jahr verschoben werden. Daher gab es im Rahmen der Preview Week eine kleine Online-Vorschau auf das, was die LightCon nun im Juni 2021 ausführlich zeigt. Vom 22. bis 26. Juni 2020 gab es täglich spannende Denk-

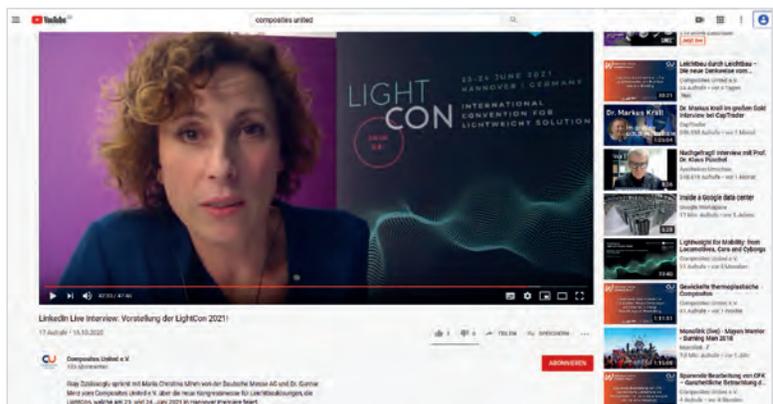


Die LightCon Preview Week und weitere Webseminare finden Sie auf dem CU-YouTube-Channel

This article is also available in english

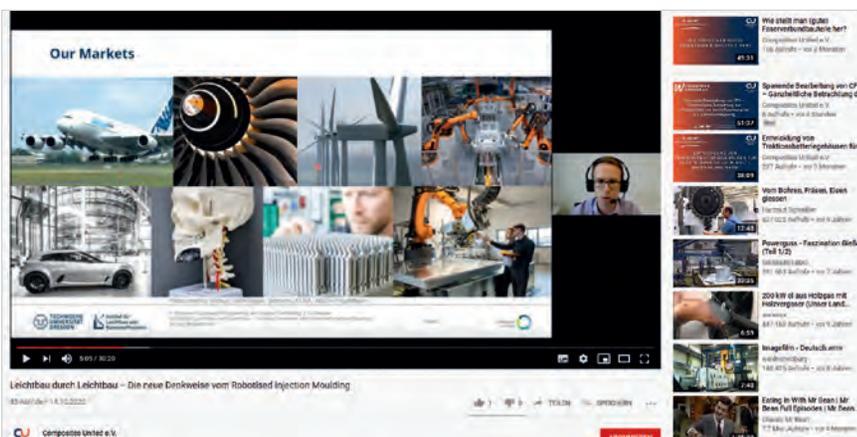
anstöße und Einblicke in innovative Leichtbaulösungen. Kostenfrei fand jeden Morgen ein Live-Webseminar zu Themen der neuen Kongressmesse für material- und technologieübergreifende Leichtbaulösungen statt. Während dieser Preview Week informierten fünf Branchenexperten fast 500 Teilnehmer.

„Die Preview Week war eine rundum gelungene Einstimmung auf die LightCon im kommenden Jahr in Hannover“, so Maria Christina Mihm, Projektleiterin LightCon bei der Deutschen Messe AG. „Mit den Sprechern aus ganz unterschiedlichen Bereichen konnten wir deutlich machen, dass die LightCon den Leichtbau material- und technologieübergreifend in den Mittelpunkt stellt. Die Webseminare sind ein geeignetes Format, um sich schnell und unkompliziert zu informieren. Wir freuen uns aber auch schon sehr auf den intensiven und direkten Austausch auf der LightCon 2021.“



Spannende Themen in den Webseminaren

Maria Christina Mihm stellt die LightCon online vor



Haben Sie Interesse, selbst einen Vortrag zu halten, oder Ideen und Wünsche für ein interessantes Webseminar? Kommen Sie gerne auf uns zu:

-  Composites United e.V.
- Katharina Lechler**
- +49 821 26 84 11-05
- katharina.lechler@composites-united.com
- Theo Sandu**
- +41 52 520 74 00
- theo.sandu@composites-united.com
- www.composites-united.com

These articles  
are also available  
in english



## Webseminar Wednesday

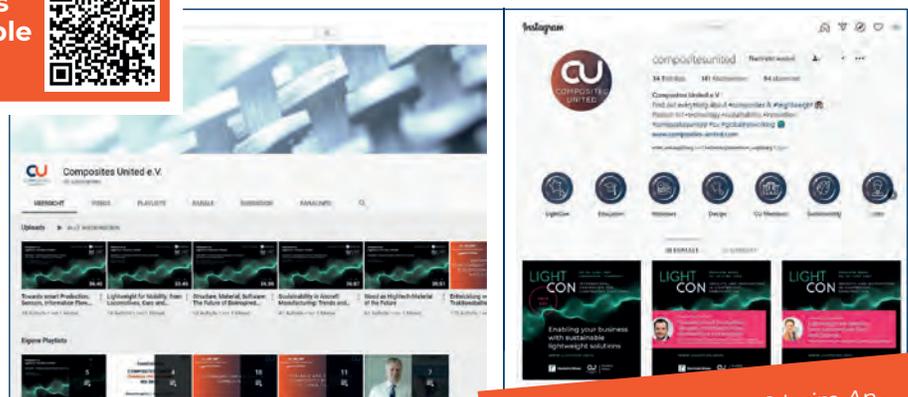
### Seit September fest im Programm

Nach dem Erfolg der ersten CU-Webseminar-Reihe startete ab Mitte September das CU Online Programm mit dem Webseminar Wednesday. Jeden Mittwoch findet ein spannendes Live-Webinar statt, jeweils abwechselnd aus der digitalen Weiterbildungsreihe „CU online – CU prepared for Future“ und der zweiten Webinar-Reihe „CU online – Member Innovations“.

### Zweifach gut

Mit der ersten Reihe bietet der CU allen Leichtbau-Interessierten die Möglichkeit, sich zu spezifischen Themen in Live-Webinaren fachlich zu informieren und weiterzubilden.

Im Fokus der zweiten Reihe stehen die Innovationen der CU Mitglieder. „Im Rahmen unserer neuen Webseminar-Reihe ‚CU online – CU Member Innovations‘ können sich die Vereinsmitglieder selbst bzw. ihre Innovationen im Netzwerk vorstellen“, erklärt Dr. Gunnar Merz, Hauptgeschäftsführer des CU. „Gerade jetzt, da viele Messen und Netzwerkveranstaltungen leider ausfallen, legen wir großen Wert darauf, unseren Mitgliedern attraktive alternative Präsentationsmöglichkeiten zu bieten.“ ■



Wir wünschen viel Spaß beim Anschauen der Filme und beim Nachmachen der kleinen Experimente!

# Digitale Bildungsangebote

## Wissenswertes und Experimente zum Thema Leichtbau bzw. Faserverbund

**Der Composites United e.V. (CU) erweitert sein digitales Bildungsprogramm und erreicht Wissbegierige und junge Leute nun auch über Social-Media-Kanäle und Videoplattformen. Sie finden den CU also zum Beispiel auch auf Instagram oder YouTube.**

Den unmittelbaren Anlass, das bestehende Bildungsprogramm des Composites United e.V. zu erweitern, gab die im Rahmen der Corona-Prävention präsenz- bzw. schulfreie Zeit im Frühjahr dieses Jahres. Seitdem arbeiten wir als CU-Bildungsteam gemeinsam mit Fachleuten aus anderen CU-Clustern und -Netzwerken sowie mit CU-Mitgliedern an digitalen Bildungsinhalten rund um das Thema Leichtbau.

### CU-Instagram-Account

So konnten wir unter anderem zusammen mit dem Team MINT\_Bildung der Universität Augsburg während der Pfingstferien ein besonderes Bildungsangebot auf Instagram präsentieren. An den „Veranstaltung“-Tagen konnten die Zuschauer Interessantes zu unterschiedlichen Leichtbau-Themen im Faserverbund lernen. Das begann mit Grundlagen, was man unter Carbon oder Leichtbau eigentlich versteht, später erwei-

terten wir unser Programm um Beiträge wie „Produkte aus Faserverbund“ oder „Recycling von Fasern“.

- Mehr Infos dazu erhalten Sie auf dem Instagram-Account des CU.

### CU-YouTube-Channel

Des Weiteren stellt der CU für Lehrkräfte und andere Interessierte eine Reihe von Lehrvideos auf der Videoplattform YouTube zur Verfügung. Dr. Christoph Irmeler vom Cluster CU Ost präsentiert hier unterschiedliche Experimentierkoffer, die wiederum diverse Fertigungsverfahren im Bereich Faserverbund anschaulich vorstellen.

Das erste Lehrvideo zeigt den Experimentierkoffer zum Thema „Verarbeitung von Organoblech“ – inklusive grundlegende Informationen, nützliche Tipps, sicherheitsrelevante Hinweise und Praxisanwendungen im Zusammenhang mit Organoblechen.

- Mehr Infos dazu erhalten Sie auf dem YouTube Channel des CU. ■

**i** Composites United e.V. | MAI Carbon  
**Phillip Scherer**  
☎ +49 821 26 84 11-12  
@ phillip.scherer@composites-united.com  
🌐 www.composites-united.com

# CU Termine 2021

von Messe zu Messe

Der Corona-Modus dauert an und mit ihm die erzwungene Planungsunsicherheit. Zurzeit kann niemand sagen, in welcher Form und in welchem Umfang angekündigte Veranstaltungen und AG-Sitzungen stattfinden. Bitte informieren Sie sich kurzfristig über die jeweils geltenden Rahmenbedingungen – [www.composites-united.com](http://www.composites-united.com)

CU und CU Ost  
**19.01.2021**  
CU-Thementag  
„Wasserstoffspeicher – Chancen für Faserverbund“

CU und CU Bau  
**23.02.2021**  
65. BetonTage  
„Concrete Solutions“  
in Ulm

Tagung  
**24.02.2021**  
4. Fachtagung „Composite Recycling & LCA“

CU Bau  
**25.02.2021**  
Forum „Podium auf den 65. BetonTage in Ulm“

CU und CU Ost  
**02.03.2021**  
Sonderschau „Additiv + Hybrid...“ im Rahmen der Intec/Z Leipzig

CU und CU Bau  
**17.03.2021**  
CU-Thementag aller Arbeitsgruppen des Netzwerks CU Bau

CU und CU Ost  
**24.03.2021**  
CU-Thementag „Digitalisierte Fertigung für eine emissionsfreie Mobilität“

Redaktionsschluss  
**01.04.2021**  
für CU reports 01/2021

Leistungsschau  
**06.05.2021**  
ENGEL Lightweight Future Day 2021

CU Switzerland  
**27.05.2021**  
Konferenz „Polymer Replication on Nanoscale“ (PRN)

Erscheinungstermin  
**27.05.2021**  
CU reports 01/2021

CU Switzerland  
**31.05.2021**  
SAMPE Europe Executive Summit, Paris

Messe  
**01.-03.06.2021**  
JEC World Paris 2021

CU und CU Ost  
**15.06.2021**  
Mitteldeutscher Kunststofftag 2021

Composites United (CU)  
**23.-24.06.2021**  
LightCon 2021

**Bernhard Jahn**  
+49 821 26 84 11-03  
@ bernhard.jahn@composites-united.com

**Stefan Steinacker**  
+49 821 26 84 11-13  
@ stefan.steinacker@composites-united.com  
www.composites-united.com

## Messe-Highlight in Hannover

**LightCon 2021 steht ganz im Zeichen der Nachhaltigkeit**

This article is also available in english



Nachhaltigkeit, Öko-Effizienz und Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen sind als wesentliche Herausforderungen in der Mitte unserer Gesellschaft angekommen. Bei ihrer Lösung kommt

dem Leichtbau als Schlüsseltechnologie eine entscheidende Rolle zu.

Das setzt die Bundesregierung auch beim neuen Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) um.

Gefragt sind Projekte und Vorhaben zu Nachhaltigkeit und Recycling, insbesondere CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Ressourceneffizienz bzw. neue Konstruktionstechniken und Materialien. Dafür sind mehr als 90 % der 300 Millionen Euro Fördersumme bestimmt.

## FOCUS TOPICS

### Material Solutions

- Lightweighting Materials (Steel, Aluminum, Magnesium, Wood, Composites...)
- Hybrid Lightweight Material Solutions
- Renewable Raw Materials
- Self-healing Materials

### Sustainable Engineering & Design

- Digital Process Chain (CAE | CAD | CAM)
- Simulation | Digital Twin
  - Functional Integration
  - Design for Additive Manufacturing
  - Bionic Design
  - Design for Circular Economy

**Sustainability needs Lightweight Design**

### Manufacturing Innovations

- Sustainable Manufacturing Processes
- Additive Manufacturing
- Digitalisation | Artificial Intelligence
- Agile Process Management
- Resource and Energy Efficiency

### Applications & Use Cases

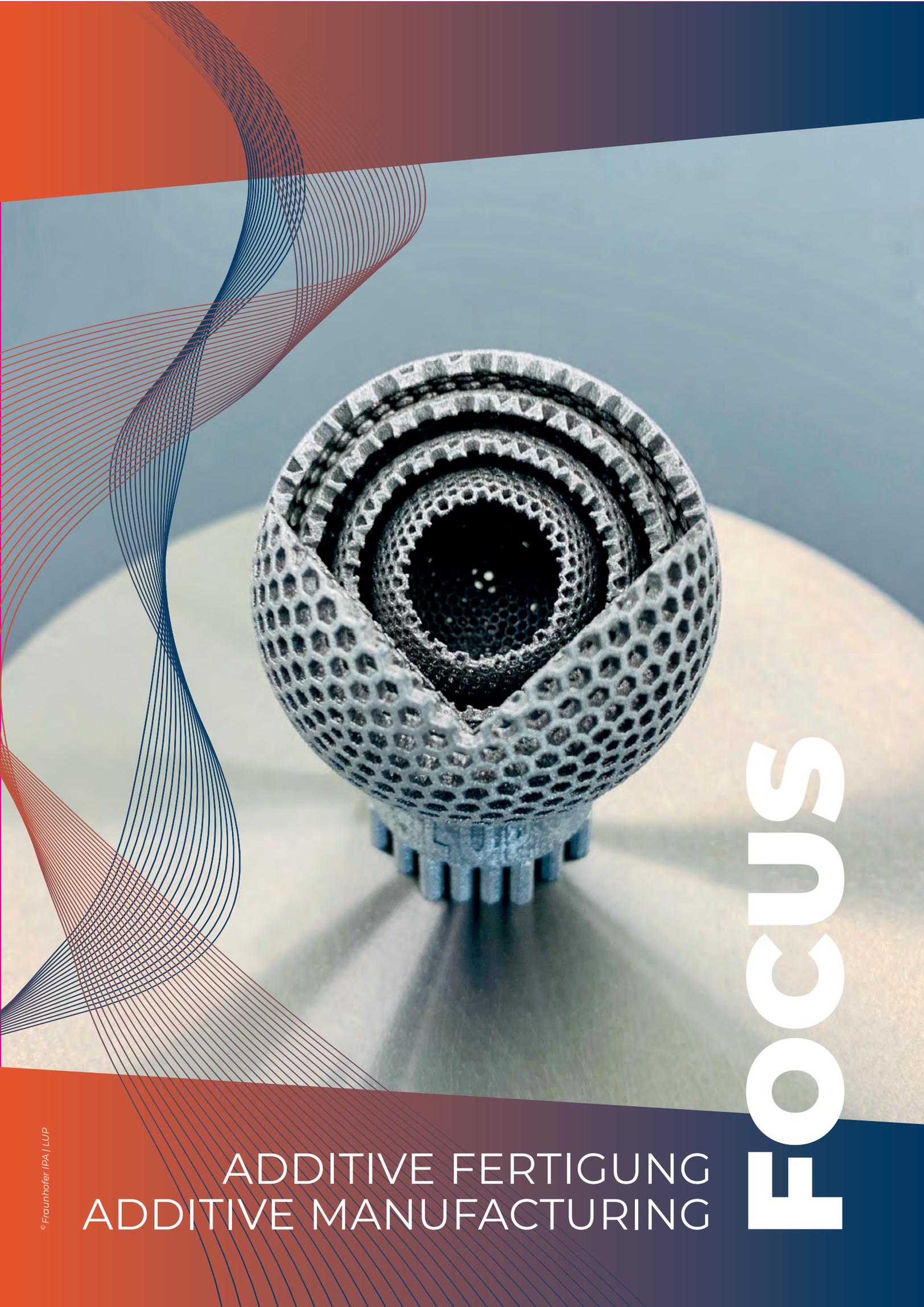
- The Solutions for:
- Mobility
  - Construction Industry
  - Other Industries
  - CO<sub>2</sub> Reduction, CO<sub>2</sub> Capture
  - Recycled Materials

### Nachhaltigkeit durch Leichtbau

„Sustainability needs Lightweight Design“ lautet denn auch das Motto der LightCon 2021. Die neue internationale Kongressmesse für multimateriale Leichtbaulösungen feiert am 23./24. Juni 2021 Premiere in Hannover.

Geboten werden zwei volle Tage Konferenzprogramm mit hochkarätigen Keynotes, Panels und Vorträgen sowie eine Messe mit spannenden Showcases, Live-Präsentationen und Abendveranstaltung. Seien Sie dabei – als Besucher, Aussteller oder Speaker. Wir freuen uns auf Sie!

Mehr zur LightCon 2021 und den vier Focus Topics: [www.lightcon.info](http://www.lightcon.info)



# FOCUS

ADDITIVE FERTIGUNG  
ADDITIVE MANUFACTURING

# Multi Material Jetting

Additive Fertigung multifunktionaler Bauteile aus mehreren Materialien

Ein additiv gefertigtes Bauteil aus bis zu vier unterschiedlichen Werkstoffen – möglich wird das durch die neuartige Multi-Material-Jetting-Anlage, die am Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS entwickelt wurde. Dadurch sind nun Produkte mit kombinierten Eigenschaften oder Funktionen in einem Arbeitsschritt realisierbar.

Eine Komponente aus unterschiedlichen Materialien, die mehrere Funktionen, wie beispielsweise elektrische Isolation und Leitfähigkeit, vereint, ließ sich bislang nur mithilfe kombinierter Herstellungsverfahren aus gefügten Einzelteilen fertigen. Das änderte sich, als ein IKTS-Team um die Wissenschaftler Steven Weingarten und Uwe Scheithauer das Multi Material Jetting, kurz MMJ, entwickelte.

## Multifunktionale Strukturen

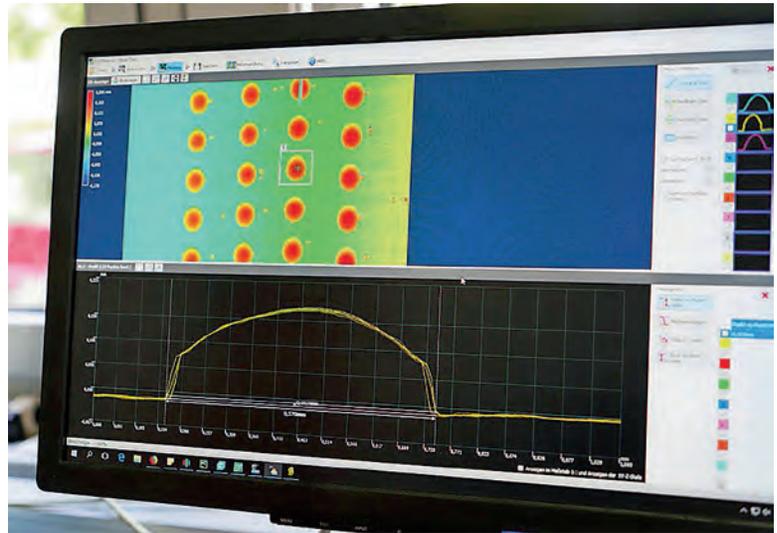
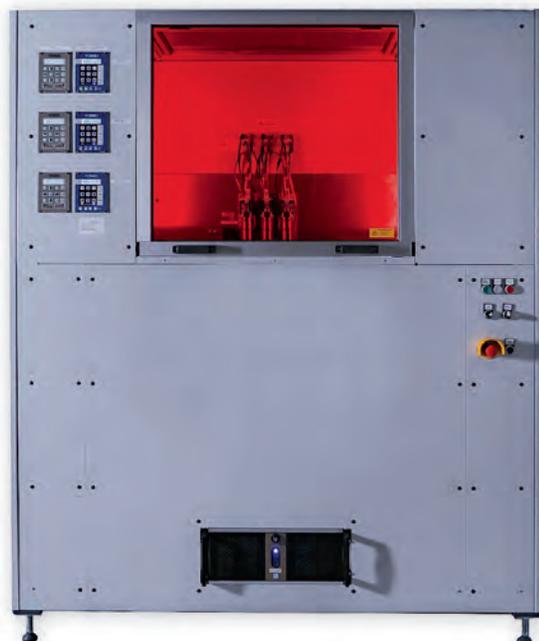
MMJ ermöglicht es erstmals, mehrere Materialien in einem einzigen Bauteil zu vereinen – „mit hoher Güte und in nur einem Prozessschritt“, wie Weingarten betont. „Neben oxid- und nitridkeramischen Werkstoffen können auch Gläser und Metall-Keramik-Komposite verarbeitet und miteinander kombiniert



MMJ-Dosiertest mittels Laserscanner

Hochpräziser Materialauftrag von bis zu 1000 Tropfen pro Sekunden

Anlage für das Multi Material Jetting von Hochleistungs-Komponenten mit kombinierten Eigenschaften oder Funktionen



werden. Oder Hartmetalle, etwa für den Druck endkonturnaher Werkstücke, die fast nicht mehr nachbearbeitet werden müssen. Das spart Zeit und Geld.“

## Fortlaufender Prozess

Die additive Fertigung von Multimaterial-Bauteilen in der MMJ-Anlage basiert auf thermoplastischen Bindersystemen. Grundlage sind partikelgefüllte thermoplastische Massen, sogenannte Feedstocks, die aufgeschmolzen und über Düsen in Mikrodosiersystemen (MDS) Tropfen für Tropfen hochpräzise punktweise auf der Unterlage abgelegt werden, sodass sie zu Linien verschmelzen. Danach erstarren sie, das Bauteil entsteht.

Bei Tropfengrößen zwischen 300 und 1000 µm und einer Höhe der aufgetragenen Schichten zwischen 100 und 200 µm lassen sich derzeit Bauteile bis zu 20 × 20 × 18 Zentimeter herstellen. „Das Entscheidende ist die individuelle Dosierung der Massen. Sie sorgt dafür, dass das additiv gefertigte Endprodukt während der abschließenden Sinterung im Ofen die gewünschten Eigenschaften und Funktionen wie etwa Festigkeit, thermische und elektrische Leitfähigkeit erhält“, erklärt Scheithauer.

Die Einsatzgebiete sind vielfältig und liegen überall da, wo Unternehmen hochintegrierte multifunktionale Bauteile mit individuell definierten Eigenschaften benötigen. Die bereits erprobten Beispiele reichen von einer zweifarbigen keramischen Uhrenlunette, als Einzelstück im Kundenauftrag gefertigt, bis zu Keramik-

» Wir können derzeit bis zu vier Stoffe gleichzeitig verarbeiten.«

Uwe Scheithauer

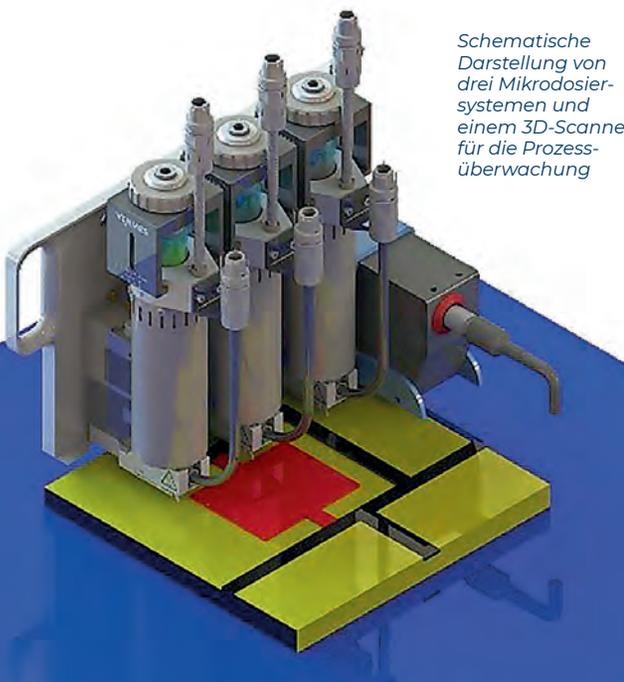
Zündern für Satellittriebwerke im Hochtemperaturbereich.

### Validierung und Kommerzialisierung

Die Forschung hat gezeigt, dass die Technik in der Praxis funktioniert und skalierbar ist. Im nächsten Schritt folgt die Validierung für den Industrieinsatz. Neben der Hardware bietet das IKTS Industriekunden auch die Material- und Softwareentwicklung für die Prozessüberwachung und -automatisierung an. Der Kunde erhält so alles aus einer Hand und maßgeschneidert. ■

**i** Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden  
**Dipl.-Ing. Steven Weingarten**  
☎ +49 351 25 53-75 40  
@ steven.weingarten@ikts.fraunhofer.de  
🌐 www.ikts.fraunhofer.de

*Schematische Darstellung von drei Mikrodosiersystemen und einem 3D-Scanner für die Prozessüberwachung*



CCOR

leichtbau ist unser antrieb.

Entwicklung und Herstellung von Leichtbaukomponenten aus Faserkunststoffverbund für Maschinen- und Anlagenbau sowie 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)

# 3D<sup>3</sup> – additiv, reaktiv, innovativ

## Entwicklung eines additiven Fertigungsprozesses für endlosfaserverstärkte Kunststoffe

Zur additiven Herstellung komplex geformter Bauteile aus endlosfaserverstärkten Kunststoffen haben Wissenschaftler am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der Technischen Universität Dresden eine neuartige Technologie entwickelt. Im Rahmen des Forschungsprojektes 3D<sup>3</sup> werden prozesstechnologische Grundlagen erarbeitet und das Einsatzpotenzial anhand einer prototypischen Fertigungszelle untersucht.

Additive Fertigungsverfahren bieten ein besonders hohes Potenzial für individuelle Leichtbaustrukturen mit maßgeschneiderten Eigenschaften. Dabei beruhen etablierte Möglichkeiten im Bereich polymerer Werkstoffe vorrangig auf thermoplastischen Matrixsystemen. Für Hochleistungsbauteile ermöglichen sie jedoch nur ein eingeschränktes Anwendungsspektrum.

Demgegenüber zeigen duroplastische Kunststoffe ein hohes Potenzial zur Umsetzung von Strukturen mit hohen und in weiten Bereichen adaptierbaren thermomechanischen Eigenschaften. Vor diesem Hintergrund fördert die Sächsische Aufbaubank (SAB) das For-

schungsvorhaben 3D<sup>3</sup>, ein Teilprojekt des Fraunhofer Leistungszentrums „Smart Production & Materials“.

### Smart Production & Materials

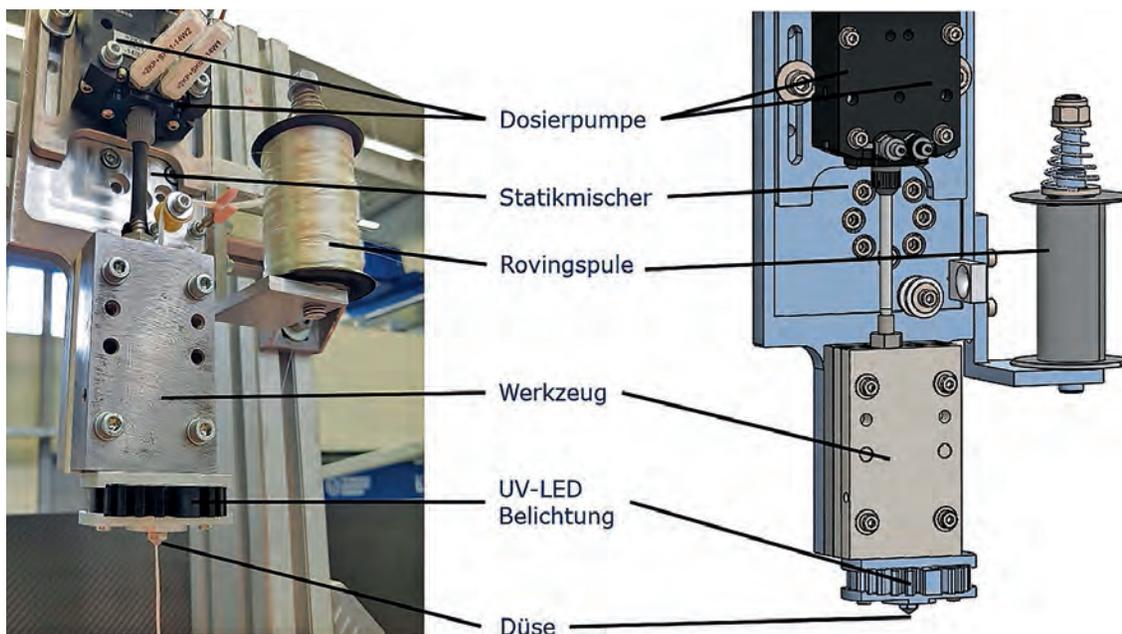
Ziel ist ein Fertigungsprozess auf Basis lichterhärtender duroplastischer Kunststoffe, der für endlosfaserverstärkte Strukturbauteile mit komplexer Geometrie validiert ist.

Die Verarbeitung der reaktiven Matrixkomponenten erfolgt mithilfe kommerzieller Dosier- und Misch-Technik. Das Verarbeitungskonzept sieht zur Tränkung eines Faserovings eine geringere initiale Viskosität durch eine externe Temperaturerhöhung vor.

Nach der Tränkung wird durch einen externen Impuls, wie beispielsweise eine UV-Lichtquelle, die Aushärtungsreaktion initiiert, wobei die Formgebung vor dem Gelieren des Harzsystems angestrebt wird. Die Aushärtung

**i** Technische Universität Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK)  
**Prof. Dr.-Ing. habil. Maik Gude**  
 Professur für Leichtbaudesign und Strukturbewertung  
 ☎ +49 351 463-381 53  
 @ maik.gude@tu-dresden.de

**Dipl.-Ing. Eckart Kunze**  
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
 ☎ +49 351 463-424 91  
 @ eckart.kunze@tu-dresden.de  
 🌐 www.tu-dresden.de/ing



Druckkopf mit den wesentlichen Komponenten (links) sowie Detail-Ansicht der Werkzeugeinheit im CAD (rechts)



Prüfstand mit Lichtquelle aus UV-LEDs für Parameterstudien

kann einstufig oder in Kombination mit einem nachgelagerten Temperprozess erfolgen.

#### Fertigungszelle für den 3D-Druck

Das Kernsegment der Fertigungszelle stellt der am ILK entwickelte Druckkopf dar. Er besteht aus der Dosierpumpe, dem Statikmischer und einer integrierten Spule, die den Roving fasergerichtet einem Imprägnierwerkzeug zuführt.

Im Werkzeug treffen Faser und niederviskose Matrix aufeinander, dann passiert der imprägnierte Roving die nachgelagerte Belichtungseinheit auf Basis von UV-LEDs, die die Vernetzungsreaktion initiieren. Eine Keramikdüse als Abschlusselement sorgt für die Umlenkung und Ablage des teilvernetzten Rovings.

#### Prozesssteuerung durch UV-Licht

Neben der Umsetzung einer teilautomatisierten Fertigungszelle für den Duroplastdruck wird im 3D<sup>3</sup>-Vorhaben vor allem ein umfassendes Verständnis der Fertigungstechnologie aufgebaut. Im Rahmen von Prozessstudien wurden insbesondere die Parameter Belichtungszeit und -intensität als signifikante Einflussgrößen auf den Vernetzungszustand des imprägnierten Rovings identifiziert.

Ziel der Parameterstudie ist es ein optimiertes Prozessfenster zu bestimmen, das im Sinne einer hohen Prozesseffizienz eine maximal hohe Ablege-Geschwindigkeit zulässt. Gleichzeitig müssen definierte Vernetzungszustände der Matrix vorliegen, sodass aufgrund ausreichend hoher Viskositäten Formgebung und -stabilität erreicht werden.

Mit der robotergestützten Ablage des Materials erfolgt in der Validierungsphase des Projekts die Umsetzung von Bauteilstrukturen mit hoher geometrischer Komplexität. ■

# BOLLE & CORDS

## WIR BAUEN LÖSUNGEN

### Composite-Anlagen

#### Mobile Injektions- und Infusionsanlagen

Wir entwickeln und bauen Anlagen mit und ohne Mikrowellenbeheizung sowohl für die manuelle Bedienung in Forschung und Entwicklung als auch für Produktionsanlagen mit automatischem Prozessablauf und Protokollierung.

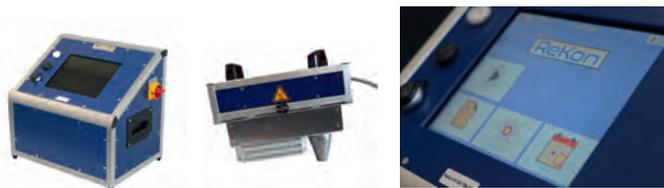
Durch konsequente Weiterentwicklung und mit langjähriger Erfahrung realisieren wir individuelle Einzellösungen für unsere Kunden.



### Temperaturregelung

#### ReKon Hot Bonder

Mobil und flexibel einsetzbar – die programmierbaren Regelgeräte sind für CFK- und GFK-Baugruppen einsetzbar und unterstützen den Heizzyklus für eine Nachbehandlung oder Reparatur. Die Geräte unseres ReKon-Systems regeln Heizlüfter, -matten und -strahler und dokumentieren neben Soll- und Istwerten weitere Temperatur-Vakuumsensoren.



### Prüflaboratorium

#### Temperaturmessungen an Wärmebehandlungsanlagen

Wir sind nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert und verfügen über zwei Prüfverfahrensanweisungen für Messungen vor Ort und in unserem Prüflaboratorium.



Bolle & Cords Elektrotechnik GmbH  
Gewerbestraße 16, 25358 Horst  
Tel. +49 4126 38812  
info@bolle-cords.de

# Komplex gedruckt

Auf dem Prüfstand: Faserverstärkte Bauteile aus dem 3D-Drucker für die Industrie



**Additive Manufacturing oder 3D-Druck überzeugt in Sachen Kosteneffizienz und Personalisierbarkeit. Die Möglichkeiten in Hinsicht auf endlosfaserverstärkte Bauteile sind allerdings noch lange nicht ausgeschöpft. Im Rahmen des FFG-Projekts „Endless fiber reinforced additive manufacturing for industrial applications – eFAM4Ind“ werden diese zurzeit an der Montanuniversität Leoben ausgelotet.**

Hoch belastete industrielle Anwendungen sind derzeit noch ein schwieriges Pflaster für additive Fertigungsmethoden. Die verwendeten bzw. verwendbaren Materialien erfüllen oft noch nicht die Anforderungen und/oder ihre Zuverlässigkeit und Lebensdauer sind noch nicht konkret abschätzbar.

## Endlosfaserverstärkter 3D-Druck

Der Einsatz von verstärkenden Füllstoffen wie beispielsweise Carbon- oder Naturfasern bietet jedoch die Möglichkeit, die Eigenschaften deutlich zu verbessern.

Derartige Verstärkungsstoffe können und wurden bereits mit dem FFF-Verfahren (Fused Filament Fabrication, Strangablege-Verfahren, bekannt durch handelsübliche Desktop-3D-Drucker) erfolgreich verarbeitet. Auch äußerst komplexe Geometrien können damit abgebildet werden. Zusätzlich ermöglicht die FFF-Me-

thode die Verarbeitung unterschiedlichster Fasern und Längen – von kurz bis endlos.

## FFG-Projekt für Hochleistungsanwendung

Im eFAM4Ind-Projekt werden derzeit Prüf- und Simulationsroutinen zur Vorhersage der Haltbarkeit und Lebensdauer von endlosfaserverstärkten Bauteilen aus dem 3D-Drucker entwickelt. Die Projektleitung liegt beim Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe an der Montanuniversität Leoben, weitere Forschungspartner sind Polymer Competence Center Leoben (PCCCL), SinusPro, Kompetenzzentrum Holz sowie Head Sport.

Neben den Herausforderungen in der FFF-Herstellung solcher Komponenten ist auch die Zuverlässigkeits- und Lebensdauer-Prüfung kritisch, vor allem wenn es im Anwendungsfall zu zyklischen Belastungen kommt. Problemzone in der additiven Fertigung ist dabei meist die Qualität der Schweißnähte zwischen den abgelegten Strängen.

Die Bauteilprüfung unter realen Bedingungen wäre zwar zielführend, ist aber sehr aufwendig und kostenintensiv. Daher steht diese Art der Lebensdaueranalyse im Widerspruch zur Grundidee der additiven Fertigung, nämlich Produkte oder Produktteile schnell, effizient und dadurch nachhaltig herzustellen.

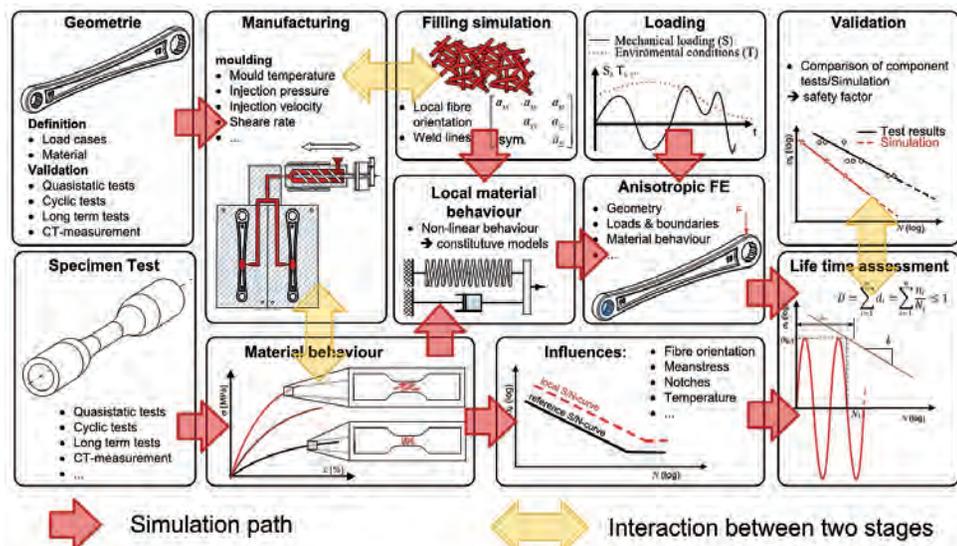
## Besser virtuell prüfen

Eine effizientere Möglichkeit ist die virtuelle Prüfung von Probekörpern unter Berücksichti-



Die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) ist die nationale Förderinstitution für die unternehmensnahe Forschung und Entwicklung in Österreich.

Interaktion verschiedener Einflüsse in der Berechnungsroutine zur Lebensdauer faserverstärkter Bauteile



gung von Prozessdaten in der Finite Elemente (FE)-Simulation und der Lebensdaueranalyse. Während es für etablierte Produktionsprozesse wie den Spritzguss bereits derartige Routinen gibt, werden im Bereich der additiven Fertigung oft noch teure und ineffiziente Trial-and-error-Methoden verwendet.

Das Projektziel von eFAM4Ind ist es, Prüfungs- und Berechnungsroutinen auch im 3D-Druck-Bereich zu schaffen. Basis dafür sind Probekörper-Tests, FE- und Lebensdauerberechnungen. Beim FFF-Verfahren sind sowohl Prozesspfad als auch -geschichte bekannt. FE-Modelle, die diese bekannten Rahmenbedingungen miteinbeziehen, sowie genaue Kenntnis der lokalen Schweißbedingungen und der Materialparameter ermöglichen es daher, eventuelle Schwachstellen in Bauteilen vorherzusagen, zu berechnen und in Hinsicht auf die Lebensdauer zu bewerten.

### Stabiler, leichter, persönlicher

Potenzielle Anwendungen könnten in der Sportindustrie liegen, da Elemente von Sportgeräten oft hohen Belastungen standhalten müssen und gleichzeitig möglichst leicht bleiben sollen. Oft ist es auch notwendig oder erwünscht, ein Gerät zu personalisieren, also perfekt an eine\*n Sportler\*in und seine\*ihre Anforderungen anzupassen. Hierfür sind Faserverbundwerkstoffe die ideale Materiallösung und der 3D-Druck das perfekte Fertigungsverfahren. ■

**i** Montanuniversität Leoben,  
Department Kunststofftechnik, Leoben  
**Dipl.-Ing. Dr. mont. Florian Arbeiter**  
Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe  
☎ +43 3842 402-21 22  
@ florian.arbeiter@unileoben.ac.at  
🌐 www.kunststofftechnik.at

# Reverse Engineering in 3D

## Von der 3D-Digitalisierung bis zur additiven Fertigung

**Der 3D-Druck von CAD-Modellen wird in der Industrie immer bedeutender. Es können sowohl designte CADs gedruckt werden als auch CADs, die durch die 3D-Digitalisierung von physischen Objekten abgeleitet wurden. Hier stellt Anbieter GMA den Prozess des Reverse Engineering von der Punktwolkenerfassung (3D-Scan) bis zum fertigen CAD dar.**

Die Coronakrise hat uns gezeigt, wie anfällig unsere globalisierte Welt ist. Produktionsprozesse wurden gestoppt und Lieferketten unterbrochen. Der 3D-Druck kann auch in solchen Situationen durch additive Fertigung von fehlenden Bauteilen teilweise unterstützen.

Für die additive Fertigung werden CAD-Daten mit Informationen zu Geometrie und Größe des Bauteils benötigt. Aber die fehlen häufig, da Informationen zu den Bauteilen nicht vorhanden sind oder lediglich in Form von 2D-Zeichnungen zur Verfügung stehen.

### Daten smart ergänzen

Fehlende CAD-Daten können mittels 3D-Digitalisierung und Reverse Engineering von einem physischen Objekt abgeleitet werden. So entsteht von einem räumlichen Objekt ein digitaler Zwilling.

Im ersten Schritt wird eine Punktwolke erstellt. Mittels eines berührungslosen 3D-Scans wird das Objekt mit einer Genauigkeit von bis zu 25 µm in Form einer Punktwolke digital ab-



gebildet. Zentimetergroße Objekte können ebenso vermessen werden wie meterlange. Die Punktwolken dienen zum einen als Datengrundlage für geometrische Qualitätsaussagen und für Vergleiche zwischen dem Ist- und dem Soll-Zustand (CAD-Modell). Zum anderen dienen solche Punktwolken als Datengrundlage für die anschließende Flächenmodellierung.

### Als Vorlage geeignet

Im nächsten Schritt wird aus der Punktwolke ein Polygonmodell generiert und mit dessen Hilfe eine Flächenmodellierung durchgeführt.



Automatisierter, flexibel einsetzbarer UT Scanner – Spider SA

Dafür wird die Punktwolke bereinigt und sinnvoll ausgedünnt. Das daraus generierte Polygonmodell besteht nun aus geometrisch verknüpften Punkten, die in dieser Form ein Oberflächenmodell des gescannten Objekts bilden. So kann das Objekt digital visualisiert oder mit 3D-Druck reproduziert werden und dient zur Flächenrückführung für das Reverse Engineering.

Im letzten Schritt, dem Reverse Engineering, werden die Daten eines Polygonmodells bis zu einem vollparametrisiertem CAD-Modell weiterverarbeitet. Bei der Flächenrückführung werden einzelne Teile der Oberfläche mathematisch mit Hilfe von NURBS-Flächen und Splines beschrieben. Dieses Modell ermöglicht eine weitere Bearbeitung, Designmodifikation oder andere sonstige gewünschte Änderungen. Ebenso kann es als Vorlage für künftige 3D-Produktionen dienen.

### Angepasste Software

Die gängigsten additiven Ansätze sind schichtbasiert. Das Objekt wird auf einem Druckbett, Schicht für Schicht, von unten nach oben aufgebaut. Wie bei der konventionellen Fertigung auch, sind dabei material- und verfahrensabhängige Einschränkungen zu beachten.

Das 3D-Modell wird mit einer Slicer-Software in ‚Scheiben‘ geschnitten. Für jede Schicht wird, je nach Druckverfahren, bestimmt, an welchen Stellen wie viel Material aufgetragen werden muss und wo eventuelle Stützstrukturen platziert werden müssen, damit die folgenden Schichten problemlos aufgebracht werden können.

Additive Verfahren ermöglichen die schnelle Herstellung und sehr komplexe Formen, die teilweise konventionell nicht fertigbar sind, wie zum Beispiel Hinterschneidungen und geschlossene Hohlräume. Außerdem müssen die Kunststoffteile nicht massiv gedruckt werden, sondern können intern eine Skelett-Struktur aufweisen, die gleichzeitig leicht und stabil ist. Je nach Anforderung und Anwendungsfall stehen dafür eine Vielzahl unterschiedlicher Materialien zur Verfügung.

Auch einige Teile des von GMA eigenentwickelten Spider SA Ultraschallscanners werden mit dem 3D-Drucker gefertigt. Das sind zum Beispiel Kunststoffabdeckungen, aber auch tragende Teile der Prüfkopf-Aufhängung gehören dazu. ■



GMA Werkstoffprüfung GmbH, Stade  
**Christian Wülbern, M. Sc.** Head of 3D-Metrology

☎ +49 4141 79 44-333

@ c.wuelbern@gma-group.com

**Pawel Leśniewski**

Head of testing and Automation Technology

☎ +49 4141 79 44-216

@ p.lesniewski@gma-group.com

🌐 www.gma-group.com

## Betriebsmittel

### 3D-Computertomographie sichert Qualität...

**In der Praxis sind Robotergreifer oft schwer, sperrig und ineffizient. Die Kombination von 3D-Druck und -Computertomographie kann helfen, CFK-Greifer zu optimieren und zu qualifizieren. Erfolgreich arbeiteten die Unternehmen diondo und Mark3D zusammen, um CFK-Greifer für Industrieroboter zu realisieren und zu prüfen. Diese können nun, flexibel auf die individuellen Bedürfnisse der Kunden angepasst, angeboten werden.**

Der mechanische Greifer ist eine wesentliche Komponente von Industrierobotern, da er als letztes Glied das Werkstück oder das Werkzeug hält. Aufgrund seiner Position an der letzten Achse des Roboters ist er unmittelbar mit der Energieeinleitung verbunden und oft hoher mechanischer Belastung ausgesetzt. Aus Metallen gefertigt, sind die Greifer häufig schwer und teilweise auch ineffizient, was wiederum zu hohen Kosten mit langen Vorlaufzeiten führt.

### Additive Fertigung von CFK-Greifern

Mittels additiver Fertigung können Greifer aus verschiedenen Kunststoffen individuell und schnell gefertigt werden. Doch bislang waren die 3D-gedruckten Greifer oft nicht stabil genug, um damit effizient arbeiten zu können.

Vor diesem Hintergrund entschieden die beteiligten Ingenieure, 3D-gedruckte Greifer mit einer Endlosfaser aus Carbon zu fertigen. Beim Composite 3D-Druck mit MarkForged können die Bauteile durch eine Endlosfaser aus Carbon, Kevlar oder Glasfaser so stabilisiert werden, dass sie Festigkeiten von Aluminium erreichen. Und das bei halbem Gewicht, völliger Design-Freiheit und zu einem Bruchteil der bisherigen Kosten.

### 3D-Computertomographie

Um sicherzustellen, dass die so gefertigten Bauteile der geplanten Auslegung entsprechen und die an sie gestellten Anforderungen auch tatsächlich erfüllen, wurden die Greifer nach der Fertigung mittels industrieller 3D-Computertomographie (3D-CT) zerstörungsfrei untersucht. Hierzu kam eine diondo d2 CT-Anlage zum Einsatz, die den inneren Aufbau der CFK-Bauteile dreidimensional mit Genauigkeiten im Mikrometer-Bereich abbildet.

Die Untersuchung mittels Röntgenstrahlung nimmt nur wenige Minuten in Anspruch. Dafür

# aus dem 3D-Drucker

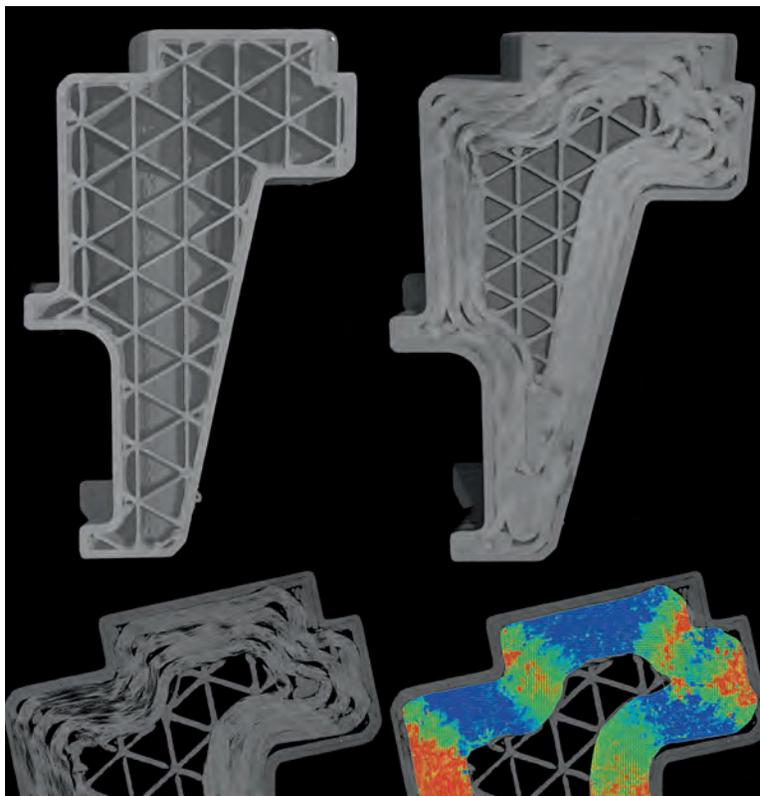
...an hochfesten, additiv gefertigten CFK-Greifern

wird das Bauteil auf einem Drehteller zwischen einer Röntgenquelle und einem Röntgen-Flachdetektor um 360° gedreht. Dabei werden mehr als 2.000 einzelne Röntgenbilder aufgenommen, aus denen das Volumen des Greifers nach einem speziellen mathematischen Verfahren rekonstruiert werden kann.

## Ergebnisse der CT-Untersuchungen

Mit der 3D-Computertomographie wurde eine größere Zahl an Bauteilen im Rahmen der Erstmusterprüfung untersucht. Nebenstehende Abbildung zeigt exemplarisch Ergebnisse von CT-Untersuchungen an einem unverstärkten Greifer (oben links) und seiner faserverstärkten Variante (oben rechts). Die beiden angeschnittenen 3D-Volumina stellen den inneren Aufbau der Bauteile sehr gut dar und die CFK-Faserbündel heben sich im faserverstärkten Greifer deutlich ab. Die hohe räumliche Auflösung in der CT-Messung bietet über die reine Darstellung der Faserbündel hinaus auch die Möglichkeit, deren räumliche Orientierung genau zu bestimmen.

Der untere Bereich der Abbildung zeigt ein ausgewähltes CT-Schnittbild durch den faserverstärkten Bereich des Greifers, für den die Faserorientierung automatisch berechnet wurde. Die Lage der Fasern in der jeweiligen Schnitt-



ebene wird durch Falschfarben dargestellt. Über die Methode des automatischen Faser-trackings können Ondulationen oder Torsionen der Faserbündel nachgewiesen werden, die einen erheblichen Einfluss auf die Steifigkeit und Festigkeit der Komponenten haben können.

Auf Grundlage der CT-Daten können darüber hinaus weitere Fehlerbilder wie Delaminationen oder Hohlräume erkannt und die Geometrie der Bauteile vermessen werden. ■

*Exemplarische Ergebnisse der CT-Untersuchungen an den CFK-Greifern*

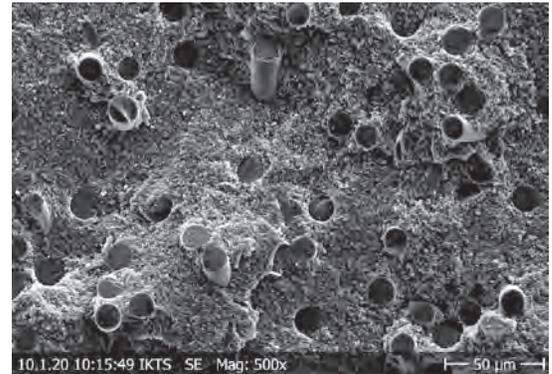
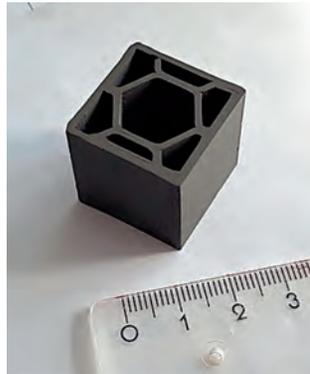
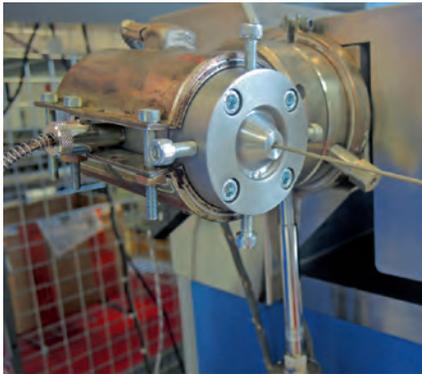


Composite  
3D-Drucker von  
MarkForged

**i** diondo GmbH Hattingen  
**Dr. Olaf Günnewig,**  
**Manuel Schmidt**  
☎ +49 2324 393 19-33  
@ olaf.guennewig@  
diondo.com  
🌐 www.diondo.com

# Faserverstärkte Keramiken aus dem 3D-Drucker

Additive Herstellung von CMC über Fused Filament Fabrication



Abbildungen von links nach rechts: Herstellung eines thermoplastischen Langfaserfilaments mit Ummantelungsdüse für den FFF-3D-Druck

Gesintertes Kurzfaserbauerteil (SiCf/SiC), hergestellt über CerAM FFF und PIP

Bruchfläche eines kurzfaserverstärkten SiCf/SiC-Werkstoffs, hergestellt über CerAM FFF

**Am Fraunhofer IKTS wurde ein Verfahren zur additiven Fertigung von keramischen Faserverbundwerkstoffen (CMC) etabliert. In erster Linie geht es um thermoplastische Filamente, gefüllt mit keramischen Kurz- und Langfasern aus Siliciumcarbid (SiC). Die Composite entstehen durch definiertes Ablegen der geschmolzenen Filamente über Fused Filament Fabrication (CerAM FFF). Die Matrix wird mit keramischen Precursoren über Polymerinfiltration und Pyrolyse (PIP) aufgebaut.**

Bei Temperaturen > 1000 °C besitzen CMC ein herausragendes Eigenschaftsniveau und damit sehr hohes Potenzial bei vielen Anwendungen mit Hochtemperaturprozessen.

## Warum additiv?

Eine beanspruchungsgerecht ausgelegte Faserstruktur kann das Versagensverhalten von CMC erheblich verbessern. CMC-Bauteile konventionell herzustellen, ist jedoch sehr aufwendig und insbesondere bei komplexen Geometrien stoßen diese Verfahren an ihre Grenzen.

Ein Lösungsansatz könnten hier additive Fertigungsverfahren sein. Eine definierte Materialablage oder Mehrkomponentendruck können völlig neue Wege für die Herstellung von großvolumigen und funktionellen Bauteilen mit komplexer Geometrie öffnen.

## Fused Filament Fabrication

Fused Filament Fabrication (FFF) gehört zur Gruppe der Materialeextrusion. Es ist eines der wenigen Verfahren, mit denen schichtweise Fasern in relevanter Länge in ein Bauteil für kom-

plexe Strukturen integriert werden können. Am IKTS in Dresden und Hermsdorf etablierte sich FFF in den letzten Jahren als besonders wirtschaftliches Verfahren für die Herstellung von monolithischen CMC. Es wurden neue, mit keramischen Kurz- und Endlosfasern gefüllte Filamente entwickelt und über 3D-Druck besonders materialsparend verarbeitet. Die Filamente sind in Fasergehalt und Zusammensetzung variabel und eignen sich somit für Bauteile in unterschiedlichen Anwendungen.

Hergestellt wurden die Filamente mit hochtemperaturstabilen SiC-Fasern (Hi Nicalon S) und einem SiC-Pulvergemisch auf Basis von flüssigphasengesintertem SiC. Der weitere Matrixaufbau erfolge über Polymerinfiltration und Pyrolyse mit SMP 10 (Starfire).

Die mit keramische Kurz- und Langfasern verstärkten Testproben besaßen eine Restporosität von ca. 25 % und zeigen bei 4-Punkt-Biegebruchversuchen ein schadenstolerantes Verhalten mit Festigkeiten bis 190 MPa. Sowohl material- als auch verfahrensseitig steht dieses Projekt noch am Anfang der Entwicklung, besitzt also ein sehr hohes Innovationspotenzial. ■

**i** Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden

**Dr. Hagen Klemm**

Abteilungsleiter Verfahren und Bauteile

☎ Tel. +49 351 25 53-75 53

@ hagen.klemm@ikts.fraunhofer.de

**Johannes Abel**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

☎ +49 351 25 53-75 02

@ johannes.abel@ikts.fraunhofer.de

🌐 www.ikts.fraunhofer.de

# Aufbau-Keramik

## Thermische Prozesse in der additiven Fertigung – Entbindern und Sintern von 3D-gedruckten Bauteilen

**Neue keramische Werkstoffverbunde erfordern neue Herstellungsprozesse. IBT.Thermoprosesstechnik entwickelt gemeinsam mit Partnern und Kunden thermische Prozesse und liefert als Komplettdienstleister maßgeschneiderte und hochflexible Industrieöfen zum Entbindern und Sintern ebenso wie zum Erwärmen von Organoblechen vor dem Umformprozess.**

Aufbauend auf dem Fused Layer/Filament Manufacturing, das seit fast 30 Jahren industriell zur Herstellung von Kunststoffbauteilen eingesetzt wird, entwickelt sich der 3D-Druck kontinuierlich weiter. Mit additiver Fertigung können heute komplexe keramische Verbundbauteile hergestellt werden, die sich mit konventionellen Verfahren nicht herstellen lassen.

Ob Kunststoff, Metall oder Keramik, ein thermischer Prozess zur Umwandlung des Werkstoffs von seinem Zustand beim Druck zu einem Bauteilverbund ist häufig erforderlich.

### Materialspezifische Anforderungen

Bei thermoplastischen Kunststoffen erfolgt das Drucken bei Glasübergangstemperatur, danach erstarrt der Thermoplast beim Abkühlen. Duro-

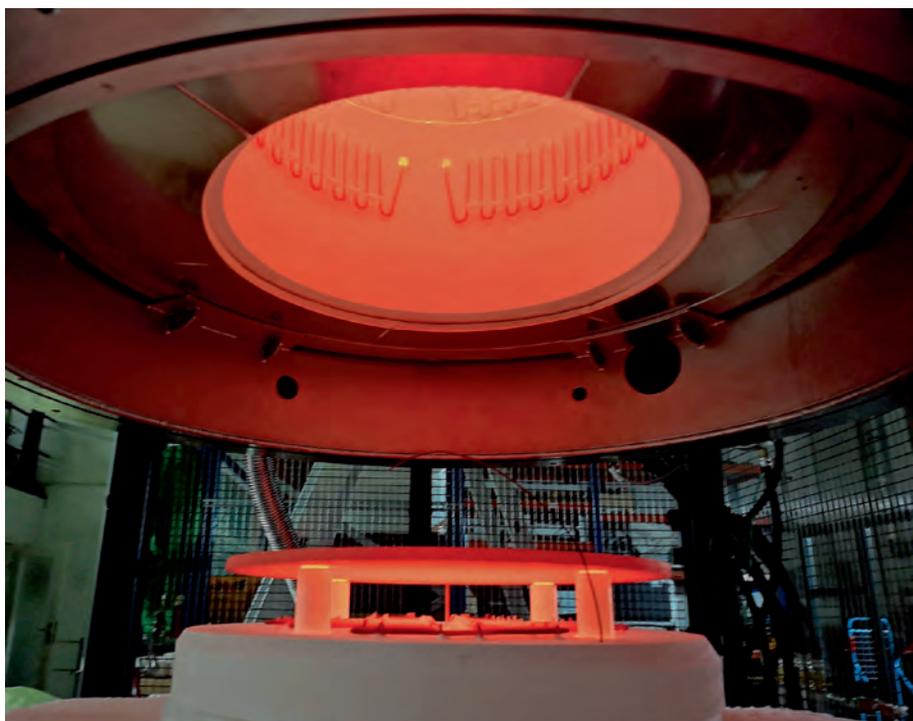
plaste benötigen nach dem Drucken meist Wärme, um auszuhärten. Laser oder Öfen bis maximal 200 °C finden hierfür Einsatz.

Auch für keramische und metallische Bauteile ohne Bindersysteme kann die Sinterung über Laser oder Öfen realisiert werden. Nur sind dafür deutlich höhere Temperaturen und häufig gezielte Prozessatmosphären notwendig. Für gedruckte Keramiken oder Metalle mit organischem Binder ist es notwendig, diese Binder vor der Sinterung aus dem Bauteil, dem sogenannten Grünling, zu entfernen. Dieser Prozess nennt sich Entbindern.

Auf das erfolgreiche Entbindern folgt die Sinterung des Bauteils. Durch die Temperaturbehandlung des Sinterns wird aus einem fein- oder grobkörnigen „Braunling“ ein festes Werkstück. Der Braunling erhält erst mit dem Sintern seine endgültigen Eigenschaften, die im jeweiligen Einsatz erforderlich sind. Deshalb ist ein flexibler Industrieofen für Sinterprozesse unterschiedlicher Werkstoffe essenziell. Im Idealfall kann ein solcher Industrieofen auch den Entbinderprozess leisten.

Die Entbinder- und Sinteröfen der Freiburger Firma IBT.Thermoprosesstechnik decken genau diese beiden Prozesse mit hoher Flexibilität ab

*IBT-Sinterofen mit 100 l Nutzvolumen bis 1200 °C (links); Anlage und Kessel mit beheiztem Hubboden (rechts)*



und stellen so auch neueste Keramikverbunde prozesssicher her.

### Heiße Öfen für jede Gelegenheit

Um den Sinterprozess mit größtmöglicher Flexibilität zu fahren, ist ein Betrieb unter Vakuum, Überdruck oder Prozessgasen möglich. Ein doppelwandiger wassergekühlter Behälter aus Edelstahl trennt den Prozess thermisch und atmosphärisch zur Umgebung. Der Werkstoff und die Bauteilfunktion legen die erforderlichen Maximaltemperaturen fest.

Entsprechend der erforderlichen Temperaturen kommen unterschiedliche Heizelemente zum Einsatz. Typische Heizerwerkstoffe sind Molybdändisilicid, Graphit, Wolfram oder Molybdän. Prozesse bis 2800 °C sind so realisierbar. Strahlschutzschirme oder Faserdämmung aus Graphit sorgen für die energetisch wichtige Wärmedämmung. Die Wasserkühlung des Kessels gewährleistet die Vakuumdichtheit und berührungssichere Temperaturen auf der Kesseloberfläche.

Über einen Industrie-PC in Kombination mit einer SPS sind die Heizprozesse hochflexibel programmierbar. Die Regelung der Heizleistung nach der Solltemperatur und das Fahren in Rampen ist Industriestandard. Massendurchflussregler regeln die Volumenströme und Konzentrationen der Prozessgase. Temperaturen im oder am Bauteil und im Prozessraum werden entweder mit zugeführten Thermoelementen gemessen oder alternativ berührungslos mit Pyrometern, die durch ein Fenster in den Ofenraum blicken.

Dank der umfangreichen MSR-Technik sind trotz höchster Temperaturen und potenziell gefährlicher Prozessgase Anlagen- und Personensicherheit stets gewährleistet. ■

**i** IBT.InfraBioTech GmbH, Freiberg  
**Dipl.-Ing Ingolf Jaeger**  
 Vertriebsleiter  
 +49 37 31 16 83-15  
 @ i.jaeger@infrabiotech.de  
 www.infrabiotech.de

# topocrom

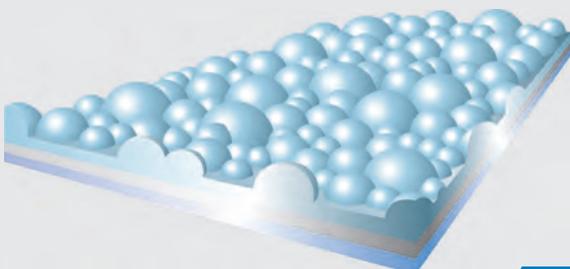


## TOPOCROM® carbon processing surface

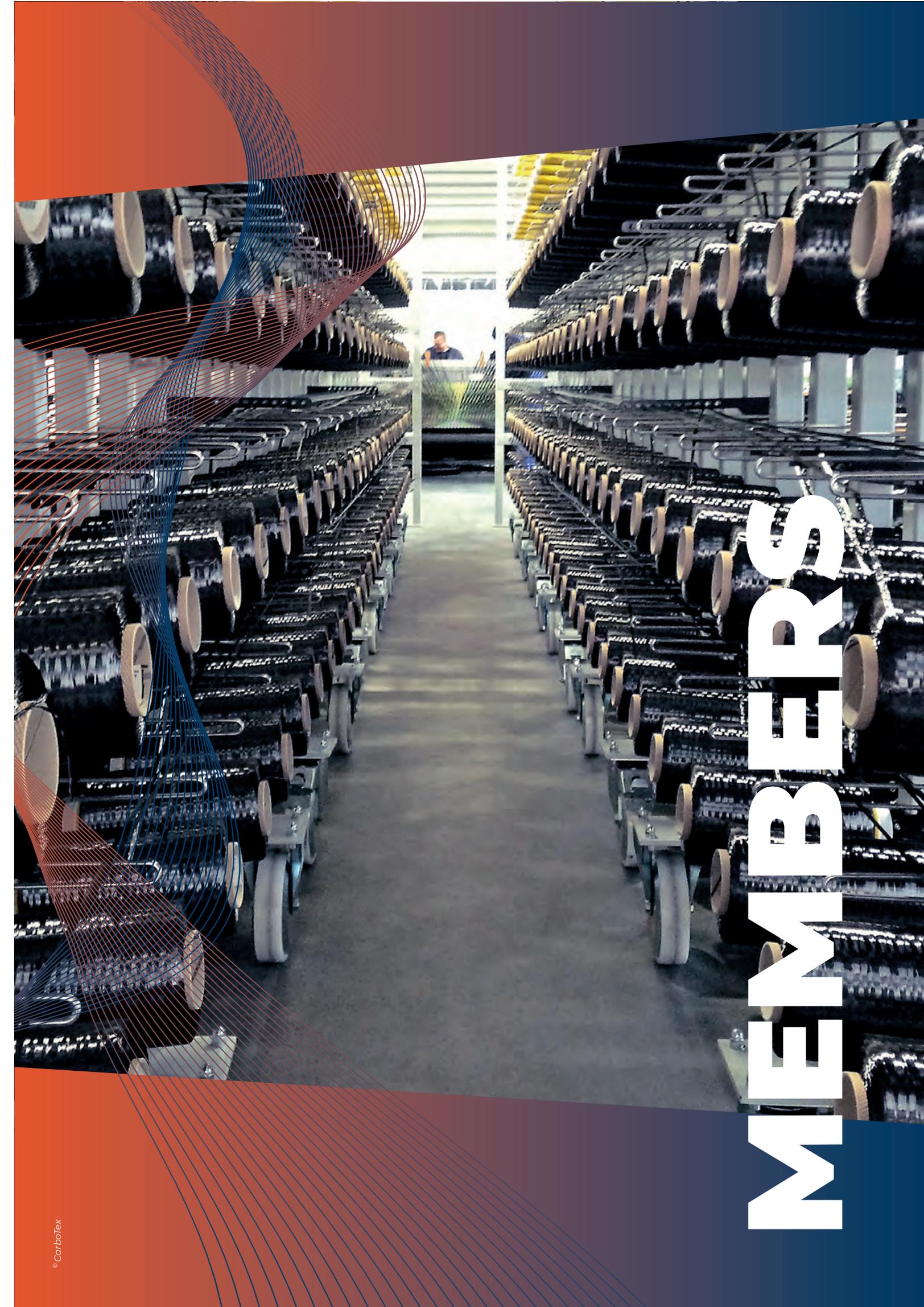
- Round-ridged profile
- Adjustable roughness values and topographies

### TOPOCROM® coating systems for a fiber-friendly processing of filaments

- Prevention of splicing
- Significantly reduced dust formation
- Less adhesion of filaments
- Prevention of wrappings
- Wettability with fluids (Avivagen)
- High wear resistance



info@topocrom.com, www.topocrom.com  
**Topocrom GmbH, Hardtring 29, D-78333 Stockach**



# MEMBERS

# Beton trifft Towpreg

Adhäsive Bindung zwischen textiler Bewehrung und mineralischer Matrix

Derzeit wird im STFI e.V. untersucht, Textilstrukturen auf Basis von Towpregs zur Armierung von Betonen einzusetzen. Die Besonderheit liegt darin, dass zunächst der Beton ausgehärtet wird und die Härtung des Towpreg-Harzsystems zeitlich nachgelagert ist. Damit kann eine form- und stoffschlüssige Verbindung zwischen Beton und Epoxidharz ausgebildet werden. Das neue Verfahren soll die Gebrauchstauglichkeit von dünnwandigen Bauteilen gegenüber herkömmlichem Textilbeton durch verringerte Durchbiegung sowie beschränkte Rissbreiten verbessern.



Von:  
Heike Metschies und  
Günther Thielemann (STFI e.V.),  
Steffen Müller (Institut für Baustoffe,  
TU Dresden)

Towpreg-Gitterstrukturen

Für die Untersuchungen im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurde der Towpreg Sigrapreg® C TP50/13-4.4/255-E420/33% von SGL Technologies GmbH verwendet. Die Towpregs sind herstellerseitig flach ausgebreitet mit einer Breite von ca. 13 mm.

Zur Fertigung von Gitterstrukturen wurde eine Wirkmaschine mit speziellen Legeschienen ausgerüstet, um den Towpreg beim Passieren der Wirkstelle nicht in der Breite zu stauchen. Die Verarbeitung zu textilen Gittern war möglich, ohne dass Kontaktstellen der Werkzeuge mit Harz kontaminiert wurden.

## Herstellung von Prüfkörpern

Im Projektverlauf wurden unterschiedliche Prüfkörpertypen gefertigt:

- Prüfkörper für 3-Punkt-Biegezugprüfung; hergestellt aus ebenen, in Streifen gesägten Platten; Prüfung am STFI e.V.
- Prüfkörper für Dehnkörper- und Yarn-Pull-Out-Versuche (YPO); Prüfung am Institut für Baustoffe der TU Dresden.

Verwendet wurde ein hochfester Feinkornbeton (Trockenmischung mit Größtkorn 2 mm und Fließmittel).

Die nachgelagerte Härtung von Towpregs im Beton ist ein zentraler Forschungsinhalt des Projekts. Dahinter steht auch die Frage, ob und wie stark die EP-Matrix von der alkalischen Umgebung im frischen Beton angegriffen wird.

Die Aushärtung der Towpregs bzw. ihres Harzsystems in den Betonproben verlief erfolgreich, wobei die Liegezeit des Betons bis zur Towpreg-Härtung Auswirkungen auf die späteren mechanischen Eigenschaften zu haben scheint. Untersucht wurden drei Härtungsverfahren der EP-Matrix:

- Widerstandsheizung,
- Härtung im Wärmeschrank und
- Induktionshärtung.

Die induktive Härtung der EP-Matrix ist zweifellos die eleganteste Methode. Der ohne Kontakt zum Betonteil induzierte Strom erreicht jedes



Probekörper mit singularen Towpregs

Towpreg mit flächigen Anhaftungen von Beton nach Bruch beim Biegeversuch



Filament und kann innerhalb von drei bis sechs Minuten den Towpreg auf Härtungstemperatur von 150 °C erwärmen, wenn die Betonüberdeckung 3–15 mm beträgt.

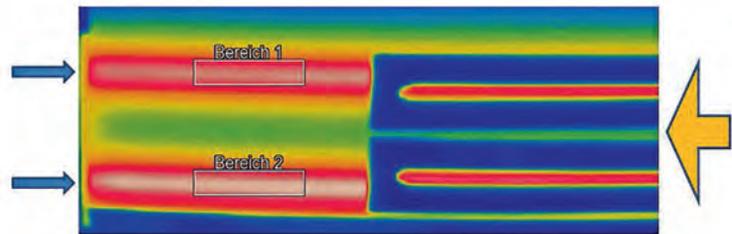
Das Verfahren wurde an den Probekörpern für die Biegezugprüfung und Dehnkörpern erfolgreich getestet.

### Materialprüfung

Sowohl die Ergebnisse der Biege-Versuche als auch die der YPO-Versuche deuten auf eine exzellente stoffschlüssige Verbindung der EP-Matrix mit der Oberfläche des Betons hin. Die Ergebnisse der Prüfungen wurden mit bereits am Markt etablierten Bewehrungsmaterialien aus Carbon verglichen und konnten ad hoc mit gleichwertigen mechanischen Eigenschaften überzeugen.

### Ausblick

Das Projekt läuft noch bis Mitte 2021. Anstehende Untersuchungen zielen auf die weitere Verbesserung der mechanischen Eigenschaften towpregarmierter Betone durch die Verwen-



dung von Gitterstrukturen und die fortlaufende Optimierung der Parameter bei der induktiven Härtung ab.

Es ist abzusehen, dass weitere Forschungsarbeiten notwendig werden, um Technologie und Bauweise an realen Bauteilen zu erproben und in industrielle Anwendungen zu überführen. Dabei ist die Beteiligung von Industriepartnern ausdrücklich erwünscht. ■

*Wärmebild während der thermischen Aushärtung der Towpregs; blaue Pfeile: Towpregs (erhitzt), gelber Pfeil: Schatten durch gekühlten Induktor*

**i** Sächsisches Textilforschungsinstitut (STFI) e.V., Chemnitz  
Heike Metschies  
☎ +49 371 52 74-213  
@ heike.metschies@stfi.de  
🌐 www.stfi.de

# Present yourself in CU reports

Use your ad in CU reports to address customers, partners and expert trade visitors in Europe and the world. Be present with CU reports both in print and online.

Benefit from the top professional environment and reach out to your target group – place an ad in the next issue of CU reports.

**Focus topic 2021 is „Bionics“.**



### Editing office CU reports

#### Anna-Lea Glocker

CU Marketing & Communications

☎ +49 821 26 84 11-10

#### Elisabeth Schnurrer

☎ +49 821 364 48

@ cu-reports@t-online.de

🌐 www.composites-united.com

### Media Consultion vmm wirtschaftsverlag

#### Barbara Vogt

Kleine Grottenau 1 | 86150 Augsburg

☎ +49 821 4405-432

@ b.vogt@vmm-wirtschaftsverlag.de

🌐 www.vmm-wirtschaftsverlag.de

**CU**  
COMPOSITES  
UNITED

**VMM**  
WIRTSCHAFTSVERLAG

# Brückenschlag

Sassnitz auf Rügen besitzt nun eine 25 Meter lange Leichtbau-Brücke, hergestellt mittels CFK-Stablegetechnologie

Es war schon etwas ganz Besonderes, das die Handwerker im Juli 2020 innerhalb nur eines Tages in der Hafenstadt Sassnitz auf der Ostseeinsel Rügen montierten: eine Fahrrad- und Fußgängerbrücke aus kohlenstoff-faserverstärktem Kunststoff (CFK) der Firma BaltiCo, 25 Meter lang und aus gerade einmal 1,4 Tonnen schweren Segmenten.

BaltiCo hat sich auf den Einsatz von Faserverbundwerkstoffen insbesondere für Brücken, Windkraftanlagen, den Maschinenbau und maritime Anwendungen spezialisiert. Im innovativen Leichtbau ist der Produkt- und Verfahrensentwickler aus dem mecklenburgischen Hohen Luckow namentlich für seine CFK-Stablegetechnologie bekannt. Schiffbauingenieur und BaltiCo-Geschäftsführer Dr.-Ing. Dirk Büchler hat selbst schon einige Brücken entworfen und gebaut, etwa in der Stadt Bützow nahe Rostock oder in den Niederlanden.

## Große Spannweite

Überhaupt sind die niederländischen Nachbarn der neuen Technologie gegenüber sehr aufgeschlossen, die besonders hohe Spannweiten ermöglicht. Bei gleicher Konstruktionsweise kann eine CFK-Brücke von BaltiCo eine bis zu viermal größere Distanz überbrücken als eine vergleichbare Brücke aus konventionellem Stahlbeton. „Das liegt an der hohen Steifigkeit bei viel niedrigerem Gewicht der Kohlenstofffaser gegenüber Stahl“, bekräftigt Büchler.



*Mit Leichtigkeit: lediglich 1,4 Tonnen wiegt ein Brückensegment*

*Passt perfekt: fertig montierte CFK-Brücke am Sassnitzer Birkengrund*

» Wir sind stolz auf diese bislang längste Kunststoff-Brücke der Firmengeschichte.«

**Dr. Dirk Büchler**



## Langes Leben

Die Vorteile der neuen Brücke am Sassnitzer Birkengrund liegen allerdings nicht in erster Linie im Leichtbau, denn die Brücke sollte sich nun, nach ihrer Installation, natürlich nicht mehr bewegen. Die CFK-Konstruktion bringt vielmehr aufgrund der sehr guten Witterungsbeständigkeit des verwendeten Kunststoffes vor allem hohe Langlebigkeit bei geringem Pflegeaufwand mit sich. Vorteile, die Dirk Büchler garantiert und die die Stadtkasse von Sassnitz nachhaltig entlasten. ■



*Innere Werte: CFK-Stablege-Technologie von BaltiCo*

**i** BaltiCo GmbH, Hohen Luckow  
**Dr. Dirk Büchler**, Geschäftsführer  
 bitte noch Tel. einfügen:  
 ☎ +49 382 95 777-100  
 @ d.buechler@baltico.eu  
 🌐 www.baltico.eu

# Drum prüfe ...

## Vorlaufforschung zum Fügen keramischer Verbundwerkstoffe mit metallischen Tragkörpern

Das Fügen keramischer Verbundwerkstoffe mit metallischen Grundkörpern ist schwierig, aber in aktuellen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben von großer Bedeutung.

Unerlässlich sind geeignete Fügeverfahren für die Realisierung hybrider Leichtbaustrukturen wie Metall-Keramik-Hybridbrems scheiben, ideal etwa für Elektrofahrzeuge. Im Rahmen der Vorlaufforschung untersuchten die Fachleute der Universität Bayreuth Verkleben und Verschrauben von C/SiC auf einen Aluminium-Tragkörper und charakterisierten die Füge stellen sowohl bei Raumtemperatur als auch bei erhöhten Temperaturen bis 200 °C.

### Fügen durch Verkleben

Zunächst wurden in Stirnabzugsversuchen unterschiedliche Kleber verglichen. Es zeigte sich, dass die untersuchten anorganischen Kleber nahezu keine Adhäsion zum C/SiC-Substrat aufweisen. Organische Kleber wiederum haften so stark am C/SiC an, dass die Fügung im Test kohäsiv innerhalb der Verbundkeramik versagte.

Am vielversprechendsten war ein Zwei-Komponenten Epoxid-Harz-Kleber (JB-Weld), der in einem zweiten Test mittels Scher-Zug-Versuch nach DIN EN 1465 bei unterschiedlichen Temperaturen untersucht wurde. Bei normgerechter Prüfung versagt bei Raumtemperatur nicht die Fügung, sondern die Keramik aufgrund der Zugbelastung. Auch bei 100 °C versagen 50 Prozent der Fügungen in diesem Modus.

Insgesamt erwies sich das Verkleben als geeignete Fügungsmethode, da auch bei 200 °C Zug-scherfestigkeiten von über 1 MPa gemessen werden konnten.

### Fügen durch Verschrauben

Beim Verschrauben einer Verbundkeramik mit einem Aluminium-Tragkörper spielen bei erhöhten Einsatztemperaturen die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien eine wesentliche Rolle. Für Stahlschrauben ist dieser Koeffizient ungefähr dreimal so hoch wie der des zu fügen den C/SiC-Materials.

Um eine temperaturbedingte Lockerung der Schraubverbindung auszuschließen, wurde eine eigene Prüfmethode entwickelt: Eine präparierte C/SiC-Platte wurde mit definiertem Drehmoment auf einen Aluminiumtragkörper aufgeschraubt, dann außerhalb der Schraubenachse eine Zugkraft aufgebracht und die Kraft ermittelt, bei der ein erster Schlupf auftrat. Entgegen den Erwartungen nahm die anliegende Vorkraft bei erhöhter

Temperatur nicht ab, sondern stieg etwas. Auch diese Methode eignet sich also für das Fügen einer Metall-Keramik-Hybridbrems scheibe.

### Validierung

Die Validierung der Prüfergebnisse erfolgte unter realitätsnahen Bedingungen auf dem Bremsenprüfstand der Universität Bayreuth. Dazu wurden sowohl geschraubte als auch verklebte Metall-Keramik-Hybridbremsbeläge (Größe 30 x 30 x 7-9 mm<sup>3</sup>) konstruiert und hergestellt. Dann wurden unterschiedliche CMC-Dicken zwischen drei und fünf Millimeter untersucht und während der Tests die Temperaturen in der Fügung und an der Rückseite der Bremsbeläge durch Thermoelemente gemessen.

Die Hybrid-Beläge wurden unter Notbremsbedingungen auf einer Graugussbrems scheibe getestet. Der Ablauf bestand aus mehreren aufeinanderfolgenden Stopp-Brem sungen, mit einem Energieäquivalent von zwei Notbremsungen eines 1,8 t schweren PKW bei einer Geschwindigkeit von 200 km/h.

Alle Fügungen überstanden den Test erfolgreich. Trotz Temperaturen von über 275 °C, gemessen an der Klebeschicht der Hybrid-Beläge, löste sich die Verbindung nicht. Die Verschraubungen der anderen Bremsbeläge lösten sich ebenfalls nicht und konnten nach Entfernen des sich eingeriebenen Bremsabriebs problemlos gelöst werden. ■



Prototyp einer Metall-Keramik-Hybridbrems scheibe mit C/SiC-Reibsegmenten und einem Aluminium-Tragkörper



Das vom CU-Netzwerk Ceramic Composites geförderte Vorlauforschungsprojekt untersuchte stoff- und kraftschlüssige Fügeverfahren (insbesondere Kleben und Verschrauben) zum Fügen von kohlenstoffaser-verstärktem Siliciumcarbid (C/SiC) mit Aluminium.

 Universität Bayreuth  
**Dipl.-Ing. Thorsten Opel**  
 Lehrstuhl Keramische Werkstoffe  
 ☎ +49 921 55-65 25  
 @ thorsten.opel@uni-bayreuth.de  
 🌐 www.cme-keramik.uni-bayreuth.de

# Friktionswerkstoffe



Das IGF-Vorhaben 19415 BG der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Berlin, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir danken auch dem Forschungskuratorium der DKG für die Möglichkeit der Einreichung.

**Verbundkeramische C/SiC-C/SiC-Reibpaarungen werden bislang selten industriell eingesetzt, da ihre Herstellung sehr kostenintensiv ist und es während des Bremsens zu starken Geräuscentwicklungen und Vibrationen kommt. Durch die Kombination geeigneter Additive und Eisen-Silicium-Legierungen in der Silicierung konnten diese Probleme beseitigt und gleichzeitig der Bremsbelagsverschleiß deutlich reduziert werden.**

Im Rahmen eines gemeinsamen IGF-Forschungsprojekts entwickeln das ITM der TU Dresden und der Lehrstuhl Keramische Werkstoffe der Universität Bayreuth C/SiC-Friktionsbauteile weiter, die im Liquid Silicon Infiltration (LSI)-Verfahren zeit-, energie- und damit kosteneffizienter hergestellt werden.

» Modifizierte kurzfaserverstärkte C/SiC-Bremsbeläge verschleifen im Vergleich zum Industriestandard LowMet bis zu 65 % weniger.«

Thorsten Opel

Versuchsaufbau am Bremsenprüfstand (Schwungmasse = 800 kg / J = 96 kgm<sup>2</sup>, Bremsscheibendurchmesser: 420 mm)

Test setup on the brake test bench (flywheel mass = 800 kg/J = 96 kgm<sup>2</sup>, brake disc diameter: 420 mm)

## Keramische C/SiC-Bremsbeläge

Industriell werden keramische Reibpaarungen derzeit nur selten angewandt, da es vor allem bei niedrigen Gleitgeschwindigkeiten zu starker Noise Vibration Harshness (NVH), sprich Vibrationen und Geräuscentwicklung, kommt. Um Abhilfe zu schaffen, wurden die C/SiC-Bremsbeläge mit geeigneten Friction-Modifiern additiviert. Eine Kombination von SiC- und Petrolkoks-pulver erwies sich als bestes Additiv und

verbesserte die NVH-Eigenschaften deutlich. Kostengünstiger können C/SiC-Friktionswerkstoffe mit Eisen-Silicium-Legierungen (vor allem FeSi75) siliciert werden dank niedrigerer Silicierungstemperatur von 1400 °C. Die Infiltration mit FeSi beeinflusst auch das NVH-Verhalten und den Verschleiß der C/SiC-Bremsbeläge positiv. Eine Korrosion bzw. Oxidation der C/SiC-Bremsbeläge bewirkt die Infiltration mit FeSi nicht, da das Eisen nicht elementar vorliegt, sondern in FeSi<sub>x</sub>-Phasen gebunden ist.

## Maßgeschneiderte 3D-Preformen

Neuartige, automatisiert herstellbare Preformen wurden am ITM der TU Dresden entwickelt. Die dortige Anlage erlaubt es, komplexe Preformgeometrien schichtweise mit einer variabel und definiert wählbaren Schnitlänge der Kurzfasern vollautomatisch herzustellen und die Kurzfasern in alle Raumrichtungen abzulegen.

Werden die Kurzfasern etwa parallel zur Reibfläche in die Preform integriert, verteilen sie im späteren Bauteil die friktionsinduzierte Wärme gleichmäßig auf der Reiboberfläche. Orthogonal zur Reiboberfläche, ermöglichen die Fasern eine effiziente Wärmeabführung in das Innere der Bremsscheibe zu den Kühlkanälen.

## Tribologische Prüfung

Zur Evaluierung wurden C/SiC-Bremsbeläge (30 x 30 x 10 mm<sup>3</sup>) mit keramischen Bremsscheiben der Fa. Brembo SGL Carbon Ceramic Brakes GmbH getestet. Dabei wurden Stopp-Bremungen mit 800 kg Schwungmasse durchgeführt, bei zwei unterschiedlichen Bremsdrücken (3; 5 MPa) und drei Startgleitgeschwindigkeiten (5; 10; 20 m/s).

Als besonders geeignet stellten sich C/SiC-Bremsbeläge heraus, die mit 10 Vol.-% Petrolkoks- und 5 Vol.-% SiC-Pulver additiviert, mit FeSi75 infiltriert und anschließend entsiliciert worden waren. Sie zeichneten sich durch ein nahezu NVH freies Verhalten aus und zeigten mit abnehmender Gleitgeschwindigkeit einen nahezu konstant zunehmenden Reibwertverlauf. Das durchschnittlich höhere Reibwertniveau kann die Bremszeit um ein Fünftel reduzieren.

Ein weiterer Vorteil dieser Kombination ist der deutlich geringere Verschleiß der Bremsbeläge, der im Vergleich zum Industriestandard „LowMet“ um durchschnittlich über 65 % reduziert werden konnte. ■



# Friction materials

## Ceramic Composite friction pairings based on tailored 3D preforms

**The combination of suitable additives and iron-silicon alloys in the siliconisation process of ceramic-composite C/SiC-C/SiC friction pairs makes the high potential components fit for industrial use and significantly reduces brake pad wear at the same time.**

Within a joint IGF research project, the Institute of Textile Machinery and Textile High-Performance Materials Technology (ITM), TU Dresden, and the Chair of Ceramic Materials Engineering (CME), University of Bayreuth, work on the further development of C/SiC friction components. These components are produced in a more time, energy, and thus cost-efficient way using the Liquid Silicon Infiltration (LSI) process.

### Ceramic C/SiC brake pads

Ceramic-ceramic friction pairings are rarely used industrially at present, as they exhibit an unfavorable Noise Vibration Harshness (NVH), especially at low sliding speeds, in the form of vibration and noise. In order to modify this NVH behavior, C/SiC brake pads with suitable friction modifiers were developed. It turned out that a combination of SiC as well as petroleum coke powder provides the best results and significantly improves the NVH properties.

In order to reduce production costs, the siliconisation with iron-silicon alloys (esp. FeSi75) was also investigated, since by using this alloy the siliconisation temperature can be reduced to 1400 °C. Furthermore, infiltration with FeSi has a positive influence on NVH behavior and wear of the C/SiC brake pads. Corrosion or oxida-

tion does not take place due to infiltration with FeSi, as the iron is bound in FeSi<sub>x</sub>-phases.

### Tailored 3D preforms

The necessary preforms are developed and fully automatic produced at the ITM of the TU Dresden. The preforming line enables defined aligned short fibres to be deposited in all spatial directions: Parallel to the friction surface, they distribute the friction-induced heat evenly on the friction surface in the later component. Fibers integrated orthogonally to the friction surface, allow efficient heat dissipation into the interior of the brake disc to the cooling channels.

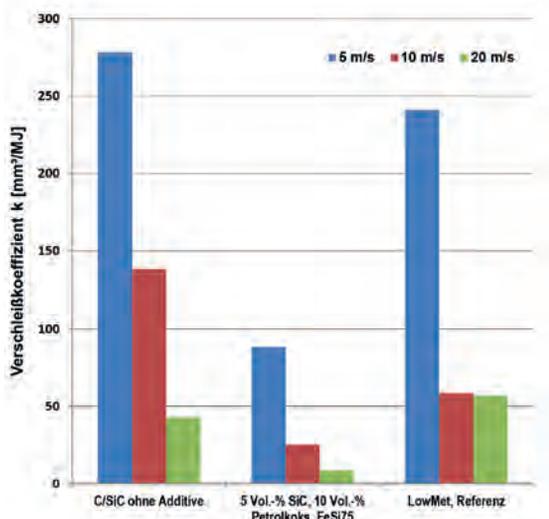
### Tribological tests on the brake test bench

To evaluate the tribological properties, C/SiC brake pads (30x30x10 mm<sup>3</sup>) were manufactured and tribologically tested in conjunction with ceramic brake discs from Brembo SGL Carbon Ceramic Brakes GmbH. Stop brakings were performed with a 800 kg flywheel mass, at two different braking pressures (3; 5 MPa) and three start sliding speeds (5; 10; 20 m/s).

Particularly suitable proved to be C/SiC brake pads doped with 10 vol.% petroleum coke and 5 vol.% SiC powder, infiltrated with FeSi75 and then desiliconized. These brake pads show an almost NVH-free behavior, a suitable friction coefficient curve and very low wear rates. Increase in friction coefficient is almost constant with decreasing sliding speed. The braking time can theoretically be reduced by a fifth due to the higher average friction coefficient level. A further advantage is the significantly reduced wear of the brake pads, which has been reduced by an average of over 65 % compared to the "LowMet" industry standard.



The energy of a braking with 20 m/s starting sliding velocity corresponds to the energy equivalent, that a brake disc of a 2 t passenger car has to absorb at the front axle during emergency braking from approx. 150 km/h.



Verschleißkoeffizient dreier Bremsbeläge bei 3 MPa Bremsdruck und drei Startgleitgeschwindigkeiten (5; 10; 20 m/s)

Wear coefficient of three brake pads at 3 MPa brake pressure and three starting sliding speeds (5; 10; 20 m/s)



Universität Bayreuth

Dipl.-Ing. Thorsten Opel

Lehrstuhl Keramische Werkstoffe

+49 921 55-65 25

@ thorsten.opel@uni-bayreuth.de

www.cme-keramik.uni-bayreuth.de

Technische Universität Dresden

Dr.-Ing. Daniel Weise

Institut für Textilmaschinen und

Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM)

+49 351 463-344 08

@ daniel.weise@tu-dresden.de

www.tu-dresden.de/mw/itm

# Mit heißer Nadel

## Vorlufforschung zur Entwicklung eines Nähfadens aus Siliziumcarbid



Dieses Vorlauf-  
forschungsprojekt  
wurde gefördert  
vom CU-Netzwerk  
Ceramic Com-  
posites.

**Auch bei in faserverstärkten Keramiken verbessert das Verstärken mehrlagiger textiler Strukturen durch Vernähen die Bruchzähigkeit. Garne für das Vernähen textiler Strukturen weisen unterschiedliche Merkmale auf. Verschiedene Garnkonstruktionsparameter definieren deren Einfluss auf die Vernähbarkeit sowie auf die Eigenschaften des CMCs.**

Das Einbringen von Fasern in die Matrix faserverstärkter Keramiken oder Ceramic Matrix Composites (CMCs) verstärkt tragende Strukturen und verbessert Bruchzähigkeit sowie Schadenstoleranz. Das Verstärken mehrlagiger textiler Strukturen durch Vernähen reduziert die Delaminationsneigung und erhöht die interlaminae Scherfestigkeit, beides verbessert zusätzlich die Bruchzähigkeit.

Aufgrund der geringen Dichte und hohen Temperaturfestigkeit in oxidativer Umgebung eignet sich für Hochtemperaturanwendungen vor allem Siliziumcarbid. Temperaturen von bis zu 1500°C bei der Silizierung von SiC-Fasern erfordern zum Erhalt der Festigkeit eine adäquate Temperaturbeständigkeit auch bei Materialien, die ergänzend in die textile Preform eingebracht wurden, wie verstärkende Nähfäden.

### Es hängt am Faden

Faseranordnung, Garnquerschnitt und Grad der Formstabilität bestimmen die Eigenschaften der Garne für das Vernähen textiler Strukturen, auch der im Projekt verwendeten Tyranno Fiber®-Fasern. Anpassungen konnten nur über Garndrehung, Homogenitätsgrad, Drehungszahl, Kompressionskräfte und die Schlichte erfolgen. Die Zwirnkonstruktion weist die für die Vernähbarkeit essenziellen Garnmerkmale (Zugfestigkeit, elastische Dehnbarkeit, Gleitfähigkeit, Drapierbarkeit) auf.

Werden die Ausprägungen der Konstruktionsparameter verändert, können die Garnmerkmale angepasst werden, ohne das Konstruktionsprinzip zu verändern. Versuche zeigten, dass die Drehungs- und Fachzahlen die mechanischen Eigenschaften von Vorgarnen und Zwirnen aus SiC-Fasern beeinflussen. Es wurden geeignete maximale (120 t/m) und minimale (45 t/m) Drehungs- und Fachzahlen festgelegt und deren Kombinationen untersucht.

Die Reaktion auf die verschiedene Drehrichtungen zeigt, dass unter den hier gegebenen Möglichkeiten lediglich Aufdraht-Zwirne herstellbar sind. Die Kombination verschiedener Drehungszahlen bei Vorgarn und Zwirn ist nicht möglich. Eine Garndrehung erhöht die Rovingfestigkeit und -dehnbarkeit, doch bei Drehzahlen >45 t/m werden die Festigkeits- und Dehnungswerte reduziert. Die Fachzahl zeigt einen geringeren Einfluss auf die Höchstzugkraft, allerdings ist eine Verbesserung der Dehnbarkeit bei zunehmender Fachzahl festzustellen.

### Ergebnisse der Vorlufforschung

Im Vergleich zu Nextel™ weisen die Tyranno Fiber® SA-Fasern eine erhöhte Festigkeit und Sprödigkeit auf. Dadurch ist es möglich, Garnfestigkeitswerte zu erhalten, die durch den Vergleich mit bereits erhältlichen Nextel™-Nähgarnen ausreichend erscheinen.

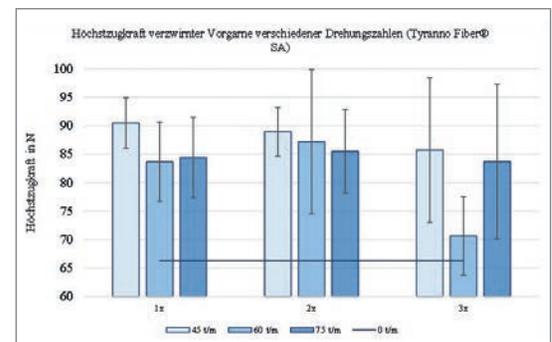
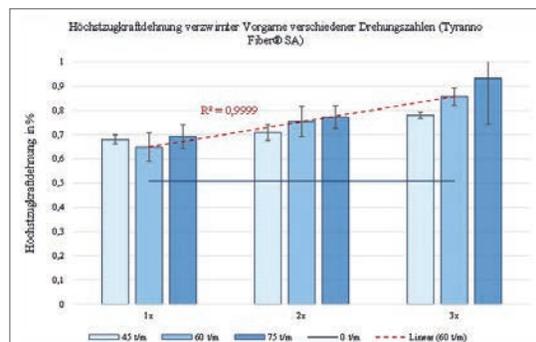
Die Dehnbarkeit kann durch die Begrenzung der Drehungszahl aufgrund der hohen Sprödigkeit zwar verbessert aber nicht ausreichend erhöht werden, um vergleichbare Eigenschaften wie die der Nextel™-Nähgarne zu erhalten. Diese Verbesserung reicht aus, um eine Handnähhnaht zu produzieren. Inwiefern dadurch eine maschinelle Vernähbarkeit erreicht werden kann, muss in weiterführenden Versuchsreihen ermittelt werden. ■

**i** Fraunhofer Institut für Silicatforschung (ISC), Würzburg  
**Daniela Schön**  
TFK Fraunhofer-Anwendungszentrum Textile Faserkeramik  
+49 170 522 76 43  
daniela.schoen@isc.fraunhofer.de  
www.awz-tfk.de

links: Höchstzugkraftdehnung...

rechts: Höchstzugkraft...

...verzwirnter Vorgarne unterschiedlicher Drehungszahlen (Tyranno Fiber® SA)



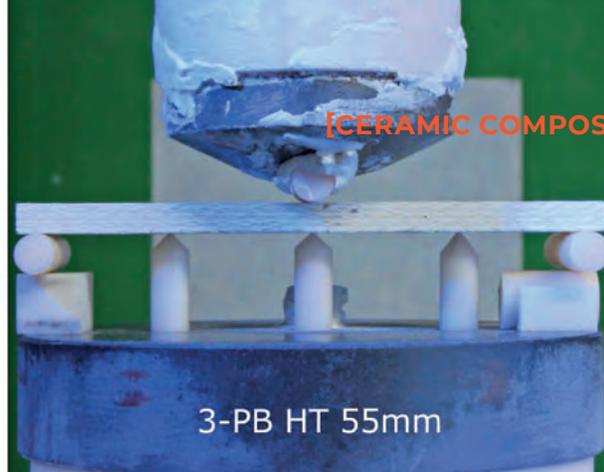


Fig. 1: HT-deflection test at ISC/HTL (a, left) and HT-bending and creep tests at DLR-WF (b, right).

# HT-properties

## High temperature-long term properties of Ox/Ox CMC for industrial heat treatment

**The mechanical properties at high temperature (HT) and for long term of different Ox/Ox Ceramic Matrix Composites (O-CMCs) were investigated in a joint preliminary project at several research institutes and companies. On the basis of the project results, a material database is made available for the development of design and numerical approaches of O-CMC charging racks for industrial heat treatment.**

Due to the excellent fracture toughness, low density, high resistance against oxidation and creep, O-CMCs (Ceramic Matrix Composites with oxide fiber embedded in oxide matrix) have great application potential especially for the charging racks of high temperature heat treatments.

However, the use of O-CMC components strongly depends on the mechanical behavior under real loading conditions. Therefore, a comprehensive characterization of the mechanical properties at different temperatures and under creep loads is necessary.

### Joint preliminary project

The investigation procedure was divided into two major steps: I) HT-deflection test on O-CMCs (different fibers, matrix, manufacturing process, etc.); II) HT-bending-, creep-tests and microstructure analysis of the selected material from step I.

### Step I: HT-deflection test

Firstly, five O-CMCs with different fibers (N610 or N720) and matrices ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ , mullite) were produced through fabric layup (fiber orientation  $0^\circ/90^\circ$ ) or winding technique ( $\pm 15^\circ$  relating to the loading direction) at WPX, ISC/HTL and CME. Then, the different O-CMC samples were examined at two temperatures ( $T = 1150^\circ\text{C}$  and  $1250^\circ\text{C}$ ) for 100 hours each under static bending load in air (HT-deflection test in Fig. 1a) at ISC/HTL. Though the deflection of all samples with N720 fiber was comparable and generally smaller than the N610 material, the wound

O-CMC of WPX (N720 with orientation of  $\pm 15^\circ$ ) was shown the minimum deflection, which can be explained through the preferred fiber orientation ( $\pm 15^\circ$ ) relating to the loading direction. Based on the results of step I, this WPX material was selected for the next step of the investigation.

### Step II: HT-bending- and creep-tests

For the further investigations in step II, a plate of identical material (N720 and mullite matrix) with the dimensions  $200 \times 165 \times 3 \text{ mm}^3$  was manufactured by WPX. The coupons for the following mechanical test and microstructure analysis were prepared using a diamond blade at HS-Augsburg. It should be noticed that internal pores or delamination from manufacturing process can be observed in several samples.

The mechanical examination in step II was taken over by DLR-WF. The 3PB examination of the WPX material was carried out at room temperature (RT), HT ( $T = 900^\circ\text{C}$ ,  $T = 1050^\circ\text{C}$  and  $T = 1250^\circ\text{C}$ ) and under creep load ( $T = 900^\circ\text{C}$ ,  $1050^\circ\text{C}$  and  $1250^\circ\text{C}$ ) (Fig. 1 b). The stress values were calculated from the load and the strains were measured by contacting displacement sensor. The Young's modulus was determined using a linear fit of the initial linear region of the stress-strain curves. For the resulting values see Fig. 2. While the strength of WPX material re-



This research project was funded by CU network Ceramic Composites.

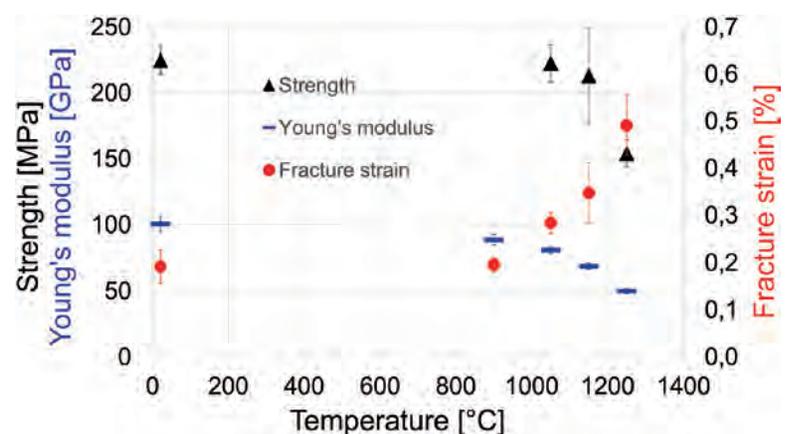


Fig. 2: Determined flexure strength, Young's modulus and fracture strain of WPX material at different temperatures

mains almost constant until 1050 °C, the Young's modulus decreases between RT and 1250 °C. This leads to a continuous increase of fracture strain over the whole temperature range of the test. Furthermore, there was no clear creep behavior of WPX material at 900 °C for five to seven hours.

In addition, the microstructure of some samples was analyzed before and after mechanical characterization at DLR-BT (Scanning Electron

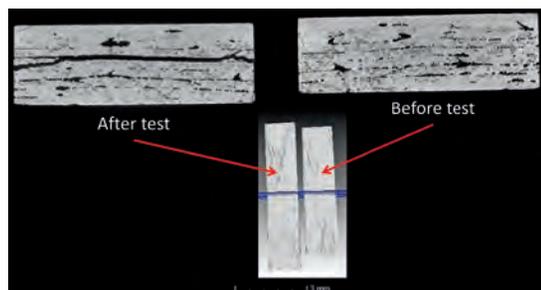


Fig. 3: Result of CT investigation for the sample before and after creep test at 1250 °C

Microscopy, SEM) and Diondo GmbH (Computed tomography, CT). A significant delamination after the creep test at 1250 °C can be observed in Fig. 3.

### Conclusion

In this research project, the mechanical properties of O-CMC at different temperatures and under creep loadings were investigated. On the basis of the collected results, a parameter database is made available for the further development of design and numerical approaches of such materials. ■

**i** German Aerospace Center (DLR), Stuttgart  
**Dr.-Ing. Yuan Shi**  
 Institute of Structures and Design  
 ☎ +49 711 68 62-80 50  
 @ yuan.shi@dlr.de  
 🌐 www.dlr.de



Several O-CMCs were manufactured and investigated in this joint preliminary project at DLR-BT (Institute of Structures and Design, German Aerospace Center), DLR-WF (Institute of Materials Research, German Aerospace Center), WPX (WPX Faserkeramik GmbH), ISC/HTL (Fraunhofer-Center for High Temperature Materials and Design, Bayreuth), CME (Department of Ceramic Materials Engineering, University of Bayreuth), HS-Augsburg (University of Applied Sciences) and Diondo GmbH.

## So klingt Perfektion

### Akustische Inline-Qualitätskontrolle für die Zerspantung

**Mit SonicShark® stellt Hufschmied Zerspantungssysteme ein neuartiges Konzept zur Prozess-Überwachung in CNC-Fräszentren vor. Das KI-basierte System kann Anomalien in der Produktion erkennen und unterscheiden, Material-Inhomogenitäten identifizieren und beginnenden Werkzeugverschleiß „hören“. Diese neue Art der Qualitätskontrolle ist Teil eines Industrie-4.0-Pilotprojekts mit einem bayrischen Automobilhersteller.**

Es soll sie geben, die „alten Hasen“ unter den Werkern, die hören, ob es „ihrer“ Fräsmaschine gut geht. Doch dieses Talent ist rar. Jetzt machen sich die Spezialisten der Hufschmied Zerspantungssysteme GmbH die Klangunterschiede in der laufenden Zerspantung zunutze – mit modernster Sensorik und selbstlernender KI.

SonicShark® ist ein neues System, das über akustische Abweichungen vom Sollzustand frühzeitig auf Mängel im Fertigungsprozess hinweisen kann. Die individuellen Sensor-Soll-Signale liefert Hufschmied für seine Werkzeuge auf Basis der Einsatzdaten und Richtlinien der Werkzeugnutzung gleich mit.

Für die Inline-Qualitätskontrolle werden je nach Größe des Werkstücks ein oder mehrere Körperschallsensoren am Werkstück angebracht, ein Rechner sammelt die Sensordaten. Zuerst gilt es, das System über eine Art Referenzakustik zu trainieren, um die Maschinengeräusche zu identifizieren. Dazu werden die Geräusche registriert, die bei der Zerspantung mit einem neuen Werkzeug unter optimalen Bedingungen entstehen. Die Software legt eine Sensordatenbank an, welche die Soll- mit den Ist-Daten vergleicht. Das Ergebnis wird auf einem Bildschirm an der Maschine angezeigt und der Maschinenbediener gewarnt, wenn sich in den Frequenzen Abweichungen über oder unter festgelegten Schwellwerten ergeben.

### Verschleißkontrolle statt Standzeiten

Normalerweise legen Unternehmen die zulässige Nutzungsdauer von Werkzeugen plus oft großzügig bemessene Sicherheitsreserven fest. Hufschmied schätzt, dass die so qualifizierten Werkzeuge im Schnitt etwa 40 Prozent länger laufen könnten. Das Ersetzen solch fixer Vorgaben durch die Inline-Qualitätskontrolle spart

auch Zeiten für Werkzeugwechsel und Platz im Magazin für Schwesterwerkzeuge. Zudem verringert die Echtzeitüberwachung Ausschuss, der durch ein vorzeitig verschlissenes Werkzeug entstehen würde.

### Weitere Effizienzsteigerungen

Die Kombination verschiedener Sensordatenbanken mit Maschinendaten und einer optischen Qualitätskontrolle macht es möglich, dass Fehlstellen oder Defekte im Bauteil >1 mm detektiert und der Qualitätssicherung mit den entsprechenden Koordinaten übergeben werden können.

Die Analyse der Geräusche lässt auch Rückschlüsse auf den Zustand der Maschine zu. Deshalb kann die SonicShark®-Sensorik auch für Predictive Maintenance sowie für digitale Prozessanalyse und -anpassung genutzt werden.

### Baustein für Industrie-4.0-Konzepte

Die von Hufschmied entwickelte, akustische Inline-Qualitätskontrolle geht in zwei Projekte von MAI Carbon ein: In Zusammenarbeit von Hufschmied, BMW Group, Universität Augsburg, Alexander Thamm GmbH, inno-focus businessconsulting gmbh und VisCheck GmbH entwickelt das Projekt MAI ILQ2020 Möglichkeiten zur unternehmensübergreifenden Prozesskontrolle. Ziel ist es, Maschinendatenaustausch über Unternehmensgrenzen hinweg und die Analyse großer Datenmengen zur Prozessoptimierung mit hohem Know-how-Schutz zu verbinden. Die Inline-Qualitätskontrolle ist zudem ein wichtiger Aspekt im Projekt MAI FastMove zur Förderung der HSC-Bearbeitung in der CFK-Zerspanung. ■

## The sound of perfection

### Acoustic inline quality control for machining

**With SonicShark® Hufschmied introduces an AI-based monitoring system for CNC milling centers that can detect and distinguish anomalies in production processes, identify material irregularities and "hear" the onset of tool wear. This new type of quality control is part of an Industry 4.0 pilot project with a Bavarian automotive manufacturer.**

Now, the specialists at Hufschmieds are taking advantage of the sound differences in the ongoing machining process – with state-of-the-art sensor technology and self-learning AI.

SonicShark® is a new expert system that can indicate defects in the production process at an early stage through acoustic deviations from the desired target state. Based on the application data and guidelines for the tool usage, Hufschmied also provides the individual sensor target signals for their tools.

For inline quality control, one or more structure-borne sound sensors are attached to the workpiece, a computer collects the sensor data. The first step is to train the system to identify the machine noises. For this purpose, the noises that occur when the workpiece is machined with a new tool under optimal conditions are registered. The software creates a sensor database that compares the target data with the ac-

tual data and is used for further evaluation. The result is displayed on a screen on the machine and the machine operator is warned if there are deviations in the frequencies above or below defined threshold values.

### Monitoring wear instead of service life

Replacing fixed specifications by inline quality control could make tools could run on average about 40 percent longer, Hufschmied estimates. Real-time monitoring also saves time for tool changes and warehouse space for replacement tools as well as reduces scrap that results from prematurely exchanged tools.

### Further increase in efficiency

By combining different sensor databases with machine data and optical quality control, the machining tool can detect defects or flaws in the component >1 mm and transfer the corresponding coordinates to the quality assurance department. Acoustics also allow for judging the condition of the machine. So SonicShark® technology can also be used for predictive maintenance as well as for digital process analysis and process adaptation. ■



*SonicShark® zeigt den Soll-Ist-Vergleich der Frequenzbänder auf dem Monitor an und visualisiert so „verdächtige Geräusche“ aus der CNC-Maschine*

*SonicShark® displays the target-actual comparison of the frequency bands on the monitor and thus visualizes „suspicious noises“ from the CNC machine*



Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH, Bobingen  
**Ralph Hufschmied**  
 +49 8234 96 64-0  
 info@hufschmied.net  
 www.hufschmied.net

# Blick fürs Essenzielle

## Softwarebasiertes Tapelegen mitameratechnik

**Thermoplastische Tapes sollen die nächste Generation thermoplastischer Composites prägen. Voraussetzung ist ein hochgenaues Legen der Tapes sowie eine sehr wirtschaftliche Verarbeitung. Diesen Spagat leistet der oberösterreichische Maschinen- und Anlagenbauer Engel durch die Kombination von Hochpräzisions-Steuerungssoftware mitameratechnik.**

Die Genauigkeit beim Ablegen der Tapezuschnitte ist qualitätsentscheidend. Nach dem Legen lässt sich die Ausrichtung der Tapes zueinander nicht mehr ändern.

In Laborversuchen zeigt sich, dass sowohl ein Spalt als auch eine Überlappung zu verminderter Schlagzähigkeit führen. Das Ideal wäre, die Kanten exakt auf Stoß zu legen.

Wenn beschnittene Tapes mit konstanter Breite zum Einsatz kommen, führen Schwankungen in der Tapebreite automatisch zu Änderungen bei der Genauigkeit des Legeprozesses. Die Aufgabe ist, diese Abhängigkeit durch softwarebasierte Lösungen zu überwinden. Im Pick-and-Place-Verfahren ist das möglich.

### Kameratechnik ermöglicht Nachjustieren

Ein klassisch gesteuerter Pick-and-Place-Prozess wäre auf hochgenaue Tapezuschnitte und präzise Führungen in den Magazinen sowie zusätzliche Ausricht- und Zentriermodule angewiesen.

An dieser Stelle eröffnet die optische Messtechnik neue Möglichkeiten. Sie befähigt die im Engel-Technologiezentrum für Leichtbau-Com-

posites entwickelte Pick-and-Place-Anlage zu einem präzisen und geregelten Aneinanderlegen. Die Zuschnitte werden mit einem End-of-Arm-Tool (EOAT) aufgenommen. Erst an einer Kamera-Messstation werden die Form des Tapezuschnitts und seine Position in Bezug auf Referenzmerkmale am EOAT ermittelt. Diese Information bestimmt die Roboter-Zielposition beim Ablegen des Tapezuschnitts auf dem Legetisch.

Die gesamte Prozessoptimierung ist auf die Genauigkeit beim Tapelegen gerichtet. Im Vordergrund steht jedoch das Konzept: Durch den Einsatz der Kameratechnik werden Informationen gewonnen, mit denen ein aktives softwarebasiertes Nachjustieren zur Optimierung der Legegenauigkeit möglich wird.

### Hohe Echtzeit-Leistungsfähigkeit

Um bei der optischen Messung das Tape am EOAT gut erkennen zu können, wird die gesamte Aufnahmeplatte mit einer Elektrolumineszenz-Folie beleuchtet und das EOAT mitsamt dem Tape gegen eine Glasplatte gedrückt. Es werden Kanten und Eckpunkte des Tapezuschnitts ermittelt und die Ergebnisse mit dem Tool-Center-Point des EOAT korreliert.

Die daraus abgeleiteten Informationen werden an die Robotersteuerung übermittelt, um die Position und Winkellage des Tapes zu korrigieren.

So kann das Tape punktgenau und fluchtend zu einer vorhandenen Legekante abgelegt werden. Die Algorithmen zur Ermittlung der genauen Ablageposition werden auf das digitale Bildmaterial angewendet, während das Tape bereits auf dem Weg zum Ablagetisch ist. Das stellt sehr hohe Anforderungen an das Echtzeit-Leistungsvermögen der Anlage.

### Pick and Place auch für hybride Stacks

Ein wichtiger Vorteil des Pick-and-Place-Konzepts ist, dass hybride Stacks hergestellt werden können.

Die Stapelmagazine können nicht nur Tapes, sondern auch Organobleche mit mehreren Gewebelagen, bereits konsolidierte Tape-Blanks mit konstanter Wanddicke oder andere thermoplastische Halbzeuge aufnehmen. Als Vormaterial können kostengünstige, bereits mehrlagige Halbzeuge eingelegt werden, die nur noch lokal verstärkt werden. ■

*Für den kosteneffizienten Leichtbau ist das hochpräzise, automatisierte Tapelegen eine wesentliche Schlüsseltechnologie*



# An eye for the essential

Software-based tape stacking with the aid of camera technology

**Thermoplastic tapes are expected to shape the next generation of thermoplastic composites. This calls for highly accurate tape stacking as well as for economical tape processing. With the combination of high-precision control software with camera technology, the Upper Austrian manufacturer of machinery and plants, Engel, achieves this balancing act.**

The quality of the final product hinges on the accuracy with which ready-cut tapes are stacked. Laboratory tests show that both gaps and overlaps reduce the impact strength. In the ideal situation the edges are as flush as possible.

In processes that employ sliced tapes of constant width variations in tape width will automatically alter the accuracy of the stacking process. The challenge then becomes one of how to overcome this dependency with the aid of software solutions. This is where pick-and-place comes in.

## Camera technology enables readjustment

A classically controlled pick-and-place process requires highly accurate ready-cut tapes and precise guideways in the magazines, as well as additional alignment and centering modules.

Optical metrology opens up new possibilities. Camera technology enables the pick-and-place tape stacking unit developed at Engel center for lightweight composite technologies for precise and controlled juxtaposition. An end-of-arm tool (EOAT) picks up the ready-cut tape. Its position relative to the reference marks on the EOAT is only determined once the camera station has been reached. This information is used to influence position targeted by the robot as it stacks the ready-cut tape on the table.

The entire process is optimized around tape stacking accuracy. It is the concept, however, that is paramount. The camera technology gathers information which supports active software-based readjustment for the purpose of optimizing stacking accuracy.

## High Performance in Real Time

To help the optical measuring system readily identify the tape on the EOAT, the full receiving surface is illuminated with an electroluminescent film and the EOAT together with the tape is pressed against a glass plate. Edges and cor-



ner points of the ready-cut tape are determined and the results are referenced against the tool centre point of the EOAT.

This information is then transmitted to the robot controller so that it can correct the position and angle of the tape. Consequently, the tape can be laid with precision and flush with an existing edge. The algorithms for determining the exact stacking position work on the digital image material as the tape is already making its way to the stacking table. This approach thus places very high demands on the real-time performance capability of the production line.

## Pick-and-Place for Hybrid Stacks too

A great advantage of the pick-and-place concept is the possibility of producing hybrid stacks.

As the stacking magazines can accommodate not only tapes, but also organic composites composed of several fabric layers, already consolidated tape blanks of constant wall thickness, or other thermoplastic semi-finished products, it is possible to use inexpensive, multi-layer semi-finished products as base material and to merely reinforce these locally. ■

*The ready-cut tapes are separated at the stacking magazines and held in position on pick tables. On the test production line, a stacking time of 3.4 s per tape blank was achieved*

**i** ENGEL Austria, Schwertberg  
**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christian Wolfsberger**  
 Business Development Manager Composite Technologies  
 ☎ +43 50 620 3161  
 @ christian.wolfsberger@engel.at  
 🌐 www.engelglobal.com

# Paperless factory

Smooth all-online trans-Pacific implementation of testing and material software

**Quickstep Technologies, an Australia based global manufacturer of composite solutions, was planning on expansion for Industry 4.0 and paperless factory and shop. So the company selected and implemented Jetcam Expert nesting and the CrossTrack composite manufacturing suite to manage nesting and prepreg composite location and life tracking for its facility in Bankstown, west of Sydney.**

Initially Quickstep identified potential improvements in nesting for their CNC knife cutters. But then studies suggested that further benefits could be achieved in surrounding departments' handling operations later on in the process, such as layup, tooling and at the autoclave.

David Doral, CTO and Head of Engineering at Quickstep, commented: "We came across Jetcam in January 2020, after being recommended by an existing CrossTrack user."

## Plan of two phases

CrossTrack is automatically importing orders for parts and generating NC code for multiple cutters with just a couple of clicks.

The project has been broken down into two phases – the first was to roll out CAD import and nesting. Phase two will expand CrossTrack to the shop floor, allowing staff to schedule nests for cutting, track layup tools and monitor the location and shop/shelf life of both raw material and kits around their facility.

*Eastman cutter at Quickstep Technologies, being driven by Jetcam Expert nesting software*



After performing a nesting benchmark comparison it showed that the ROI in material savings alone would pay back in just six months for phase one of the project.

## World Wide Web and cyberspace

The decision for CrossTrack came in May 2020 based on both affordability and current as well as future functionality. Due to the Covid-19 outbreak, both installation and training had to be performed remotely. Jetcam created a virtual environment, based on Quickstep's CNC config-

» This entirely new way of implementation will become a blueprint for future installations.«

**Martin Bailey, Jetcam General Manager**

uration, and generated and tested a replica installation in-house. Once proven, the software was installed and tested remotely, with sample NC code immediately proven.

The first test nest was produced within two hours of the first remote installation connection and further training provided online. A virtual machine was created on the same server with a replica of their Jetcam/CrossTrack setup, allowing Quickstep to plan and test the rollout of phase two in a duplicate environment without impacting on day-to-day operations and system configuration.

## To be continued

Just two weeks after installing the software Quickstep is entering the final stage of testing, after which CrossTrack will generate all of their nests. Results indicate a 3% savings in prepreg material consumption is almost a given.

David Doral finalised; "As part of our strategic plan to constantly drive operational improvements through new technology investment, CrossTrack will be integrated with our ERP system, provide Industry 4.0 functionality and enable a completely paperless shop floor." ■

**i** JETCAM International s.a.r.l., Monaco  
 ☎ +44 870 760 64 69  
 @ info@jetcam.com  
 🌐 www.jetcam.com



# Digitale Struktur-Hilfe

**Cleveres Datenmanagement für die Entwicklung von impaktresistenten Kompositen**

**Die KI-Plattform Detact des Dresdner Softwarespezialisten Symate verarbeitet große Datenmengen und unterstützt damit unter anderem die interdisziplinäre Forschung. Zur Entwicklung von faserbewehrten Verstärkungsschichten wird es zurzeit am Graduiertenkolleg GRK 2250 an der Technischen Universität Dresden eingesetzt.**

Klassische Beton- und Stahlbetonkonstruktionen sind statisch sehr stabil, aber anfällig gegen Stoßbelastungen. Ein aktuelles Projekt am Graduiertenkolleg GRK 2250 der TU Dresden soll beitragen, die öffentliche Sicherheit und Zuverlässigkeit von lebenswichtigen Infrastrukturen besser zu sichern und möglichen dramatischen Folgen vorzubeugen. Mehr als 25 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickeln hier neuartige, mineralisch gebundene, duktile Komposite. Appliziert auf bestehende Betonelemente sollen diese die Impaktsicherheit der gesamten Konstruktion drastisch erhöhen.

## Daten nutzen

Professor Viktor Mechtcherine, Direktor des TU-Instituts für Baustoffe und Sprecher des GRK 2250, kennt die Herausforderungen: „Um genau zu verstehen, was bei einem Aufprall auf den Beton geschieht, arbeiten wir mit hochkomplexen Methoden, etwa mit Hochgeschwindigkeitsexperimenten. Hierdurch können wir die Einwirkungen und die Werkstoff- bzw. Bauteilreaktion als Prozess sichtbar machen.“

„Obwohl der eigentliche Impact nur Bruchteile von Millisekunden dauert,“ erläutert der Professor, „fällt eine extrem große Menge an Daten an. „Diese müssen wir erfassen, strukturie-

ren, sichten, speichern, verarbeiten, analysieren und zielgerichtet auswerten. Das ist eine echte Herausforderung, denn wir müssen der Datenflut mit einer Vielzahl an Quellen und Formaten erst einmal Herr werden. Zwar gelten in unserem Forschungsnetzwerk klare Regeln für den Umgang mit den heterogenen Daten, aber der Aufwand ist trotzdem enorm und eine händische Verarbeitung auf Dauer nicht geeignet.“

## Effektiv arbeiten

„Daher“, fährt Mechtcherine fort, „haben wir uns für den Einsatz der bereits bewährten KI-Plattform Detact entschieden. Detact verarbeitet unsere Daten in kürzester Zeit und arbeitet mit praktisch allen Datenquellen sowie Schnittstellen. Zudem lässt sich der Funktionsumfang durch die modulare Bauweise des Systems auf Basis von speziellen Apps individuell anpassen.“ All das soll „einen bedeutend höheren Mehrwert aus den erzeugten Daten generieren und die interdisziplinären Synergien im Kolleg stärken“.

Da Detact die datenbezogenen Prozesse weitgehend automatisiert, kann sich das GRK 2250-Team auf seine Kernaufgabe konzentrieren: Entwickeln und Erproben von neuartigen impaktresistenten Verstärkungskompositen auf Basis von Textilbeton (engl. Textile Reinforced Concrete, TRC) und hochduktilen Kurzfaserbeton (engl. Strain-Hardening Cement-based Composites, SHCC). ■



Symate GmbH, Dresden

**Martin Jührisch**

Geschäftsführer

+49 351 89 99 46-80

@ martin.juhrisch@symate.de

www.detact.de

# Aufgedreht

## Markenprodukte für kommunale Gas-Wasser-Armaturen

**Zu Deutschlands Innovationsführern 2020 gehört laut einer aktuellen Studie der F.A.Z. die Schönborner Armaturen GmbH in Brandenburg. Mit rund 40 Beschäftigten stellt das KMU Betätigungselemente für Armaturen der kommunalen Gas-, Wasser- und Abwasserwirtschaft her und tätigte bereits mehr als 60 Schutzrechtsanmeldungen für Gebrauchsmuster und Patente.**

Ursprünglich im Bereich der Metallbe- und Verarbeitung entstanden, ging die Schönborner Armaturen GmbH später auch zur Kunststoffbe- und -verarbeitung über. Auch Konstruktion, Bauteil- und Werkzeugentwicklung gehören zum Firmenportfolio. Von der Entwicklung von extern gefertigten Vorprodukten bis zum

» Wir produzieren in extrem hoher Fertigungstiefe.«

Thomas Ebert

Entwurf spezifischer Fertigungs- und Verarbeitungsverfahren setzt das Unternehmen Maßstäbe im Bereich der Produktentwicklung und Fertigung.

Mit einer eigenen F&E-Abteilung legte Schönborner Armaturen im Haus den Grundstein für die Fertigung innovativer Produkte. Auch vertriebsseitig sieht man sich mit der Entwicklung und dem Aufbau eigener innovativer Produktkonfigurationen zukunftsfähig aufgestellt.

### Forschung, Entwicklung, Innovation

Die Initiierung eigener Forschungen und die Mitarbeit an extern entwickelten Projekten ist integraler Bestandteil der Unternehmenskultur. Seit Gründung des Unternehmens im Jahr 1992 wurden Forschungsprojekte im Volumen von mehr als 10 Mio. Euro umgesetzt, wobei aktuell jedes Jahr bis zu drei neue Projekte hinzukommen. Forschungspartner sind unter anderem Universität Potsdam, TU Chemnitz, BTU Cottbus-Senftenberg, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, das Technologiezentrum Wasser (TZW) des DVGW in Dresden, Ferdinand Braun Institut, ihp Frankfurt/Oder, Fraunhofer IAP und IPMS.

Außerdem ist Schönborner in nationalen wie internationalen Forschungsnetzwerken aktiv. Im ZIM-Netzwerk Elasto-Tech etwa, wo es um nachhaltige Technologieentwicklung

zur Verarbeitung von hochelastischen Polymerkompositen (Altreifen) geht, im Zukunftsnetzwerk BioFoN zur (Weiter-)Entwicklung biobasierter Polymerwerkstoffe, im internationalen ZIM Kooperationsnetzwerk Water4All zum Schutz der Süßwasserressourcen geht sowie im ReSo-Net zur Entwicklung thermoplastischer Sonderverfahren.

Aktuell initiiert Schönborner zudem den Aufbau eines Brandenburger Innovationsclusters zum Thema Trinkwasser, der am 01. Januar 2021 seine Arbeit aufnehmen soll. ■

## Aus- und Weiterbildung

- Als zukunftsorientiertes Unternehmen bildet Schönborner aus und entwickelt zudem Lehr- und Ausbildungsbausteine für Schulen und Ausbildungsbetriebe mit. Dazu passt der Aufbau einer Schulwerkstatt, in der Schulen der Region Projekttag, WAT-Unterricht u. ä. umsetzen können.
- Ebenfalls beteiligt ist Schönborner an der Projektentwicklung des Marketing-/Vertriebstools „Marktplatz Bildung“ der Agentur für Arbeit beteiligt.
- Beim IMU in Berlin ist das Projekt WAME 4.0 angesiedelt – „Weiterbildung der Ausbilder und Weiterbildner in der M+E-Industrie sowie von Lehrkräften an allgemein- und berufsbildenden Schulen in den Themenschwerpunkten Wirtschaft 4.0 und Arbeit 4.0“. In diesem Rahmen ist Schönborner am Bildungsbaustein „Fit in 4.0!“ beteiligt, in dem u.a. mit einem Snowboard-Konfigurator zu den Themen Digitalisierung und Datenschutz (DSGVO) in Schulen und Ausbildungsbetrieben unterrichtet werden soll.

Innovation von Schönborner, hier zum Beispiel ein Snowboard-Konfigurator für den Nachwuchs (<https://configurator.nanologika.de/apps/snowboard/index.html>)



 Schönborner Armaturen GmbH,  
 Doberlug-Kirchhain  
**Thomas Ebert**, Geschäftsführer  
 +49 353 22 51 10-25  
 thomas.ebert@schoenborner.com  
 www.schoenborner.com

# Spannung steigt

## Festigkeitssteigerung durch vorgespannte Laminat

**Faserverbundkunststoffe werden meist im linear elastischen Bereich eingesetzt. Bei reiner Zug- oder Druckbelastung wird dabei nur der jeweilige Anteil und damit etwa die Hälfte des gesamten Festigkeitspotenzials des Werkstoffs ausgenutzt. Das Faserinstitut Bremen e.V. entwickelte in einem Forschungsprojekt gemeinsam mit dem Sächsischen Textilforschungsinstitut e.V. GFK-CFK-Hybridlaminat, deren Zugfestigkeit durch einen bestimmten Vorspannungszustand um etwa die Hälfte erhöht werden konnte.**

Damit das Festigkeitspotenzial der Faserverbundlaminat besser ausgenutzt werden kann, musste für den Zug-Lastfall eine Druck-Vorspannung in die Laminat eingebracht werden. Hierfür wurden Pultrusionsprofile während des Laminatherstellungsprozesses zugvorgespannt, als Kern in eine Art Sandwich-Laminat mit CFK-Gewebe-Decklagen eingebettet und ausgehärtet. Nach der Entformung resultiert ein Kräftegleichgewicht im Laminat mit einer Druck-Vorspannung in den Decklagen. Damit das weiterhin zugvorgespannte Pultrusionsprofil im Sandwich-Laminat unter Zugbelastung nicht vorzeitig versagt, wurden GFK-Profile verwendet, die im Vergleich zu den CFK-Decklagen eine höhere Bruchdehnung aufweisen.

Zur Einbringung der Zugvorspannung in die Pultrusionsprofile wurde ein spezielles Presswerkzeug entwickelt. Die Herausforderung lag hierbei insbesondere in der prozesssicheren Vorspannung der Profile, ohne diese zu beschädigen. Dafür wurde unter anderem die einzubringende Vorspannung mittels Dehnungsmessstreifen überwacht.

Bei einer Vorspannung der GFK-Pultrusionsprofile um 20 – 30 % ihrer Zugfestigkeit konnte die Zugfestigkeit der GFK-CFK Sandwich-Laminat um etwa 50 % im Vergleich zu nicht-vorgespannten Referenzlaminaten erhöht werden. Das Niveau der Festigkeitssteigerung hängt ab vom Maß der Vorspannung, den mechanischen Werkstoffeigenschaften (E-Modul, Bruchdehnung) und dem Querschnittsverhältnis der beiden eingesetzten Werkstoffe. Für einen festigkeitssteigernden Effekt müssen diese Parameter aufeinander abgestimmt sein.

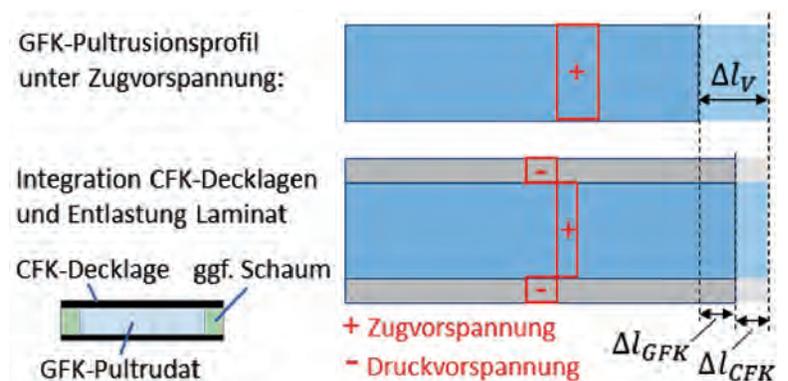
Dafür wurde im Rahmen des Projekts der strukturmechanische Zusammenhang solcher vorgespannten Laminat hergeleitet und mit

den Ergebnissen aus Zugversuchen verglichen. Die berechneten Zugfestigkeiten wichen bei den vorgespannten Proben um etwa 10 % von den Versuchsdaten ab, wobei der festigkeitssteigernde Effekt abweichend zu den Berechnungen mit steigender Zugvorspannung nicht beliebig maximiert werden konnte.

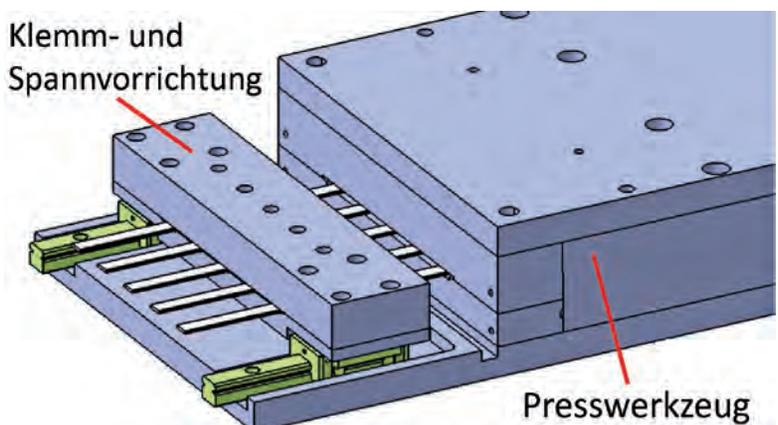
Untersucht wurden auch auf Biegung vorgespannte Laminat, bei denen gekrümmte Pultrusionsprofile in ebene Sandwichplatten gepresst wurden, die sich nach dem Entformen im Gleichgewicht von Pultrusionsprofilen und Deckschichten krümmten. Die berechneten Effekte der Leistungssteigerung konnten nicht in jedem Fall nachgewiesen werden.

Für eine Nutzung der untersuchten Vorspannungsprinzipien in industriellen Strukturen sind noch weitere Forschungsarbeiten notwendig, da neben der Prozesssicherheit bei der Herstellung vorgespannter Laminat auch die Wirtschaftlichkeit der Herstellungsverfahren sowie

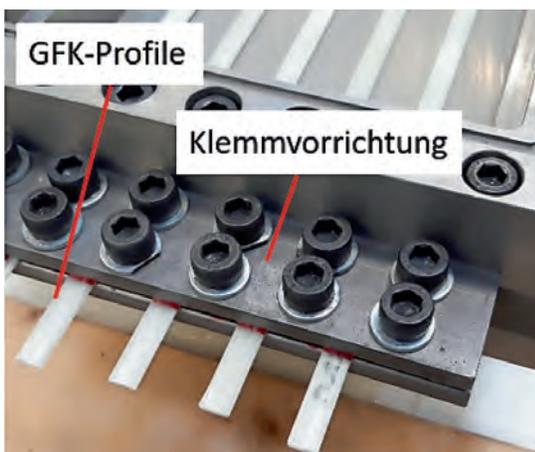
*Spannungszustände bei der Herstellung vorgespannter Laminat*



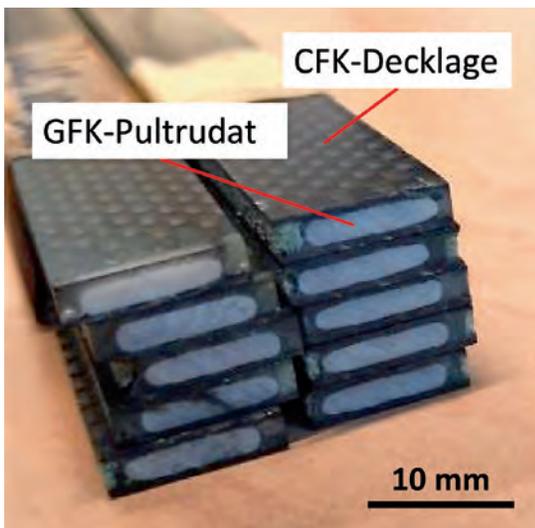
*Presswerkzeug zur Herstellung vorgespannter Laminat*



die Dauerfestigkeit solcher Laminare weiter untersucht werden müssen. Ebenso müssen die im Projekt ermittelten mechanischen Eigenschaften vorgespannter Laminare durch weitere Testreihen statistisch abgesichert werden, um eine sichere Nutzung der untersuchten Technologie zu gewährleisten. Die Mitwirkung von Industriepartnern an weiterführenden Forschungsarbeiten ist erwünscht. ■



Klemmung der Profile zur Einbringung der Vorspannung



Vorgespannte Hybridlaminare

**i** Faserinstitut Bremen e.V.  
**Christoph Heimbucher, M. Sc.**  
 ☎ +49 421 218-596 81  
 @ heimbucher@faserinstitut.de  
 🌐 www.faserinstitut.de

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.  
**Dipl.-Ing. Günther Thielemann**  
 ☎ +49 371 52 74-239  
 @ guenther.thielemann@stfi.de  
 🌐 www.stfi.de

## Langfristige Kooperation

### Partnerschaft und Wickeltechnologiestudie in Leichtbau-Netzwerk

Im Juni 2020 vereinbarte Roth Composite Machinery eine vierjährige Partnerschaft mit dem industrieübergreifenden AZL-Netzwerk. Der bekannte Sondermaschinenbauer und Hersteller von Filament-Winding-Anlagen will künftig aktiv in der AZL-Workgroup „Composite Pipes & Vessels“ mitarbeiten und seine Anlagen-Expertise in eine gemeinsame Studie zu Wickeltechnologien für Composite-Drucktanks einbringen.

Bei einem ersten Arbeitstreffen im Hause Roth gaben Roth Composite Machinery und das Aachener Zentrum für integrativen Leichtbau (AZL) ihre zunächst auf vier Jahre angelegte Partnerschaft bekannt. Dr. Andreas Reimann, Geschäftsführer von Roth Composite Machinery, betont die Relevanz der Zusammenarbeit und freut sich schon auf den „persönlichen Austausch durch die regelmäßigen fachlich und thematisch fokussierten Treffen“.

Roth Composite Machinery unterstützt mit dieser Partnerschaft eine Netzwerk-Studie, die das Po-

» Wir wollen im Netzwerk neue Technologie-Bedarfe frühzeitig erkennen und Impulse für neue Lösungen erhalten.«

**Dr. Andreas Reimann**

tenzial für Composite-Technologien in Anwendungen für Hochdruckbehälter evaluiert. In der AZL-Workgroup „Composite Pipes & Vessels“ arbeiten Firmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, darunter Faser-, Tape-, Liner-, Produkt- und Maschinenhersteller, vorwettbewerblich an einem Produktionskosten-Analyse-Modell für duroplastische und thermoplastische Composite-Druckbehälter.

Die mit dem neuen Partner einfließende Expertise schätzt Dr. Michael Emonts, Geschäftsführer des AZL, sehr: „Roth Composite Machinery wird die Prozesskettenanalyse mit seiner langjährigen Erfahrung und Produktionskennzahlen wie Anlagenkosten, Stückzahlenszenarien, Ausfallzeiten und Bestückungszeiten unterstützen. So können wir realistische Produktionsszenario-Modelle abbilden und bewerten.“ ■



*Erstes Partnerschaftstreffen: Christoph Briel (Roth), Martin Rieger (AZL), Martin Grosskreutz (Roth), Ralf Möller (Roth), Dr. Andreas Reimann (Roth), Markus Breiing (AZL), Dr. Michael Emonts (AZL) (v.l.n.r.)*

*First partnership meeting: Christoph Briel (Roth), Martin Rieger (AZL), Martin Grosskreutz (Roth), Ralf Möller (Roth), Dr. Andreas Reimann (Roth), Markus Breiing (AZL), Dr. Michael Emonts (AZL) (f.l.t.r.)*

## Long-term cooperation

Partnership and participation in winding technology study within lightweight network

**In June 2020 Roth Composite Machinery joined the cross-industry AZL network for a four year cooperation. Henceforth, the manufacturer of filament winding machines will cooperate within the AZL workgroup "Composite Pipes & Vessels" and contribute its system expertise to a joint study on winding technologies for composite pressure tanks.**

At a first working meeting Roth Composite Machinery and the Aachen Center for Integrative Lightweight Production (AZL) announced their commencing partnership, for a start limited to four years. Dr. Andreas Reimann, Managing Director of Roth Composite Machinery, emphasizes the relevance of the cooperation and is looking forward to a "personal exchange through the regular professional and thematically focused meetings".

Roth Composite Machinery is supporting a joint study of the network to evaluate the potential for composite technologies in high pressure vessel applications. In the AZL workgroup "Composite Pipes & Vessels", companies are working pre-competitively on a production cost analysis model for thermoset and thermoplastic composite pressure vessels.

The expertise that comes with the new network partner is highly valued. Dr. Michael Emonts, Managing Partner of the AZL: "Roth Composite Machinery will support the process

chain analysis with its many years of experience and production key figures such as system costs, number of pieces scenarios, downtimes and placement times. This enables us to map and evaluate realistic production scenario models".

**i** Roth Composite Machinery GmbH, Steffenberg  
**Dr. Andreas Reimann**  
 Managing Director  
 ☎ +49 6466 91 50-0  
 @ andreas.reimann@roth-industries.com  
 🌐 www.roth-composite-machinery.com

*Filament Winding Maschine Typ 1: Roth Composite Machinery entwickelt maßgeschneiderte Anlagen für individuelle Kundenanforderungen*

*Filament Winding Machine Type 1: Roth Composite Machinery develops tailor-made plants for individual customer requirements*



# Skelett für Sentinel-4

Struktur-Flugmodelle für Raumfahrtmission dienen letztlich der Luftqualität über Europa



Das Copernicus-Programm der Europäischen Union beinhaltet sechs Satellitenfamilien, die sogenannten Sentinels („Wächter“). Sie erfassen Informationen über die Erde und die Atmosphäre und liefern wichtige Daten zu Klimaschutz und Umweltmonitoring, nachhaltiger Entwicklung, humanitärer Hilfe und ziviler Sicherheit. Den Betrieb der insgesamt 20 Satelliten, die bis 2030 im All sein sollen, steuern die Europäische Weltraumagentur ESA und die europäische Organisation zur Nutzung meteorologischer Satelliten, EUMETSAT.

**Im Unterauftrag des deutschen Raumfahrtkonzerns OHB hat die Braunschweiger Invent GmbH die Primärstruktur für das Messinstrument Sentinel-4 der gleichnamigen Mission der europäischen Raumfahrtagentur ESA mitentwickelt und gebaut. In diese spezifische Plattform wird das hochempfindliche Spektrometer passgenau eingebaut.**

Der um die Erde kreisende „Umweltwächter“ soll ab 2022 im ultravioletten, sichtbaren und infraroten Wellenlängenbereich Veränderungen der Luftqualität über Europa und dem nördlichen Afrika messen. Ohne die Primärstruktur wäre das Spektrometer in 36.000 Kilometern Höhe, bei extremen Temperaturen zwischen -165 und +140 Grad Celsius, im Vakuum und unter Schwerelosigkeit nicht funktionsfähig.

## Die Herausforderung

Die Kernaufgabe für das Entwicklerteam bei Invent bestand darin, „diese Struktur mit dem besonderen Fokus auf ihre thermoelastische Stabilität zu entwickeln und in Handarbeit herzustellen“, berichtet Christoph Tschepe, Bereichsleiter Raumfahrt und Sentinel-4-Projektleiter.

Seit 2013 wurden bei der Invent GmbH insgesamt vier Modelle gemeinsam mit OHB entwickelt und in Braunschweig hergestellt, zwei Qualifikations- und zwei Flugmodelle. In allen wurden kohlefaserverstärkte Kunststoffe (CFK) und Metallkomponenten zusammengefügt.

So auch diesmal. Projektleiter Tschepe erläutert: „Sentinel-4 trägt ein optisches Instrument, das heißt, die Halte-Struktur muss in einem großen Temperaturbereich sehr steif sein. Auch dürfen im All keine Stoffe mehr austreten, sonst würden die Messungen des Spektrometers dauerhaft gestört.“ Also galt es, eine passende Bauweise der Tragstruktur, geeignete Verbundwerkstoffe, Verfahren für Aushärten und Ausbacken des Materials sowie für das hochpräzise Verkleben der Einzelkomponenten zu finden.

## Die Lösung

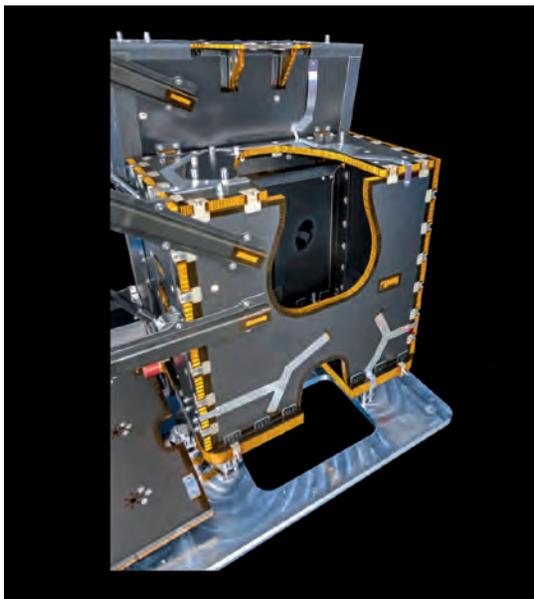
Das „Skelett“ für Sentinel-4 wiegt rund 50 Kilogramm und ist etwa 1 x 1 x 1,20 Meter groß. Es ist zudem das Gerüst für alle anderen Baugruppen, bietet Schutz und Stabilität, vor allem beim Start und im operationellen Betrieb im All.

Jedes der vier Modelle besteht aus mehreren CFK-Aluminium-Sandwichpaneelen, monolithischen CFK-Komponenten, einer Bafflestruktur zur Vermeidung von Streulicht im Messinstrument, Sonnenreflektor-Schild, Sonnenschutz-Strebenfachwerk und unzähligen Metallteilen.

Für Invent-Geschäftsführer Henning Wichmann ist die Beteiligung an der Sentinel-4-Mission etwas ganz Besonderes: „Raumfahrtprojekte bewegen sich immer an der Grenze des technisch Machbaren, das macht sie unglaublich spannend und herausfordernd. Es gibt keine einfachen Lösungen, und gerade darin liegt der Kern unserer Motivation.“

Blick in die sog. TSA Box, Sitz des Spektrometers

View into the so-called TSA box, inside which the spectrometer is located



Einzelteile vor dem Bakeout  
Individual parts prior to the bakeout



Inspektion der Baseplate für das Instrument auf der Montagevorrichtung

Inspection of the instrument baseplate on the mounting device



## Skeleton for Sentinel-4

Structural flight models for space missions conduce to the air quality over Europe



The European Union's Copernicus programme consists of six families of satellites, the so-called Sentinels, which record information concerning the Earth and the atmosphere and provide important data on climate protection and environmental monitoring, sustainable development, humanitarian aid and civil security. The European Space Agency ESA and the European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites, EUMETSAT, are responsible for the management of a total of 20 satellites which are to be in space by 2030.

**Within a subcontract from OHB, Invent GmbH has co-developed and built the so-called primary structure for the Sentinel-4 instrument for the eponymous ESA mission. In this specific platform the highly sensitive spectrometer is precisely fitted.**

From 2022 onwards, the “environmental guardian” will circle the earth, measuring the air quality over Europe and northern Africa in the ultraviolet, visible and infrared wavelength range. The spectrometer could not work in the harsh conditions of space without its precisely designed and manufactured instrument structure.

### The challenge

The core task was “to develop this structure with a special focus on its thermo-elastic stability and to manufacture it in true handwork”, says Christoph Tschepe, Head of Space Business Unit and Sentinel-4 Project Manager at Invent.

Since 2013, Invent co-developed and manufactured a total of four models, all consisting of carbon fibre-reinforced plastics (CFRP) and metal components. The same goes for the model at hand. For the supporting structure the design, composite materials, processes for ma-

terial curing and baking and the components' bonding had to be determined.

### The solution

The “skeleton” for the Sentinel-4 weighs around 50 kg and measures approximately 1 x 1 x 1.20 m. It also forms the scaffold for all other assemblies, providing protection and stability, particularly during launch and operational service in space. Each model is comprised of several CFRP aluminium-sandwich panels, monolithic CFRP components, a baffle structure for preventing scattered light in the measuring instrument, a solar-reflector shield, a sun-protection strut framework and countless metal parts.

Proudly Invent Managing Director Henning Wichmann comments on the participation in the Sentinel-4 mission: “Space projects are at the limits of what is technically feasible. There are no simple solutions, and this is precisely where the core of our motivation lies.” ■



INVENT GmbH, Braunschweig

**Christoph Tschepe**

Head of Space Business Unit

☎ +49 531 244 66-0

@ christoph.tschepe@invent-gmbh.de

🌐 www.invent-gmbh.de

# Advanced aerial mobility

## One-step consolidation approach of a thermoplastic composites integral eVTOL fan casing

**Dresden based developer herone presents its novel design and out of autoclave manufacturing approach with <20 min cycle time – and reputed to manufacture >10.000 high quality aviation parts per year – for an integral CF/GF-PAEK fan casing of a future advanced aerial mobility (AAM) aircraft.**

This approach is based on the two-step herone technology: 1) textile preforming of impregnated thermoplastic tapes into hollow preforms and 2) one-step consolidation of these organoTubes into cross-section and shape variable profiles. Here additional functional elements can be integrated, such as gears on a driveshafts, end-fittings on pipes or load transfer elements onto tension-compression struts.

### Design and manufacturing

This very technology was applied when designing and manufacturing the fan casing of a AAM aircraft. Essential structural requirements are high stiffness and impact resistance. The solution has three key enabling elements:

1. Thermoplastic advantage: High performance polymers such as PAEKs combine high mechanical properties with out-of-autoclave and other processing capabilities (e.g. remeltability).
2. herone technology: The automated braiding combined with efficient press forming significantly reduce cycle time and increase the process efficiency for large-scale composite parts.
3. Integral design: Using the remeltability of the thermoplastic material one can integrate additional functionality to the part, simplifying its design and tailoring its performance.

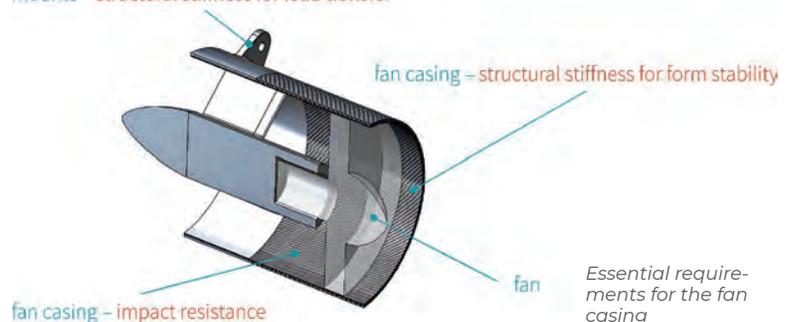
### Part design and process route

To account for weight and costs targets the hybrid reference part is advanced into a more integral, all thermoplastic composite design. Former

metallic, now pre-consolidated thermoplastic elements are incorporated and the main tubular structure is made from a tape braided organoTube. The entire assembled complex preform is then co-consolidated into one monolithic composite structure. With a novel tooling and temperature control concept a <20 min. cycle time is proofed.

To achieve high structural stiffness for the casing, axial and circumferential stiffeners with load adapted fibre orientation are designed. The attachment points to mount the casing are made form a quasi-isotropic laminate.

mounts – structural stiffness for load transfer



### Conclusion

Evidentiary, a hybrid metal-composite structure can be successfully converted into a simplified all thermoplastic integral composite design. It reduces the number of parts and process steps, enables locally tailored performance and allows for high quality aerospace profiles with production rates fit for future AAM applications. ■



The authors C. Garthaus, F. Assmann and D. Barfuss acknowledge the financial support as part of the Dresden innovative funding from Stadt Dresden and the provision of material from Victrex.

**i** herone GmbH, Dresden  
**Dr. Christian Garthaus**  
 +49 174 919 06 21  
 christian.garthaus@herone.de  
 www.herone.de



Part design with fiber orientation of the functional elements; demonstrator

# Ohne Umwege

Hybridtextilien statt Organobleche – thermoplastische Faserverbundwerkstoffe liegen im Trend

**Organobleche sind im Leichtbau nicht mehr wegzudenken. Wie wäre es, wenn der Konsolidierungsschritt eingespart und das Textil direkt ins Bauteil eingelegt werden könnte? Entwicklungen der Fa. Gerster zeigen, dass dies durchaus möglich und umsetzbar ist.**

Bei Faserverbundwerkstoffen geht der Trend derzeit verstärkt zu thermoplastischen FVK, vor allem zu Organoblechen. Ihre erhöhte Zähigkeit kann jedoch, insbesondere bei komplexen Strukturen, die spätere Umformung im Werkzeug erschweren.

Wie wäre es, wenn ein Textil direkt in das Werkzeug eingelegt werden könnte, ohne vorherige Konsolidierung zum Organoblech:

1. Drapierbarkeit bliebe erhalten  
→ größere Gestaltungsfreiheit
2. Weniger Zwischenschritte wären nötig → Zeit- & Kostenersparnis
3. Nachhaltigkeit wäre erhöht → reduzierter Material- & Ressourcenverbrauch

## Ideen auf dem Prüfstand

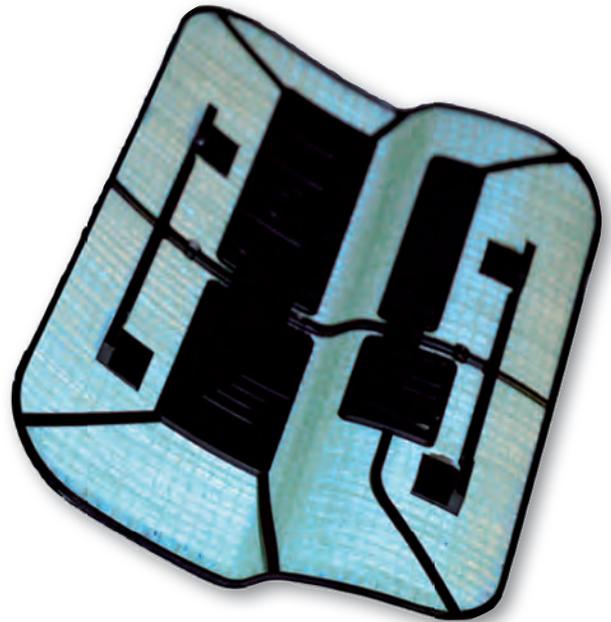
Dafür müsste die Matrix bereits im Textil vorhanden sein, wie es bei Hybridtextilien der Fall ist. Die Gerster TechTex bietet Gewebe und Gelege in verschiedenen Breiten aus den Hybridgarnen GF/PP und GF/PA mit einem Faservolumengehalt von 41 % bzw. 46 %. Vor allem Drapix Hybrid eignet sich wegen seiner hohen Drapierbarkeit sehr für komplexe Umformungen.

Es können aber auch andere Materialien eingesetzt, weitere Hybridgewebe hergestellt oder neue Entwicklungen ausgeführt werden. Beispielsweise liefern bereits Versuche mit Textilien aus GF/PEI, GF/PA und GF/PP.

Bei der Prüfung, ob sich Hybridtextilien als Organoblech-Ersatz eignen, müssen sie ebenfalls konsolidiert werden. Dabei wurden in Kooperation mit verschiedenen Unternehmen diverse Platten und Demonstratorbauteile gefertigt, etwa eine Halbkugel von KVB Forschung.

## Direktumformung ist möglich

Die Ergebnisse zeigen, dass das Textil durchaus direkt ohne vorherige Konsolidierung in das Werkzeug eingelegt und umgeformt werden



Tankdeckel-Demonstrator GF/PP, entstanden in Zusammenarbeit mit dem IT



Halbkugel-Demonstrator aus GF/PP, entstanden in Zusammenarbeit mit KVB Forschung

kann. Teilweise sind noch trockene Stellen sichtbar, ansonsten überzeugen die Produkte mit glatter Oberfläche und keinerlei Faltenbildung. Auch die Schlifffbilder zeigen eine vollständige Konsolidierung und Imprägnierung der Fasern.

Es ist also grundsätzlich möglich, aus einem Hybridtextil direkt ein Bauteil zu formen, der Prozess muss aber noch optimiert werden. Noch dauern die Zykluszeiten zu lang und trockene Stellen sollten gar nicht auftreten.

## Zukunftsplaner willkommen

Im Hinblick auf Hybridtextilien pflegt Gerster TechTex bestehende Kooperationen, lädt daneben aber auch weitere Partner ein, die Versuche in dieser Richtung mit voranzubringen.

Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit etwa ist sicher die geplante Entwicklung eines Leinen-Hybridgewebes sehr interessant. Ein weiterer Fokus soll künftig auf Hybrid-Tapes gelegt werden, um auch lokale Verstärkungen ohne vorherige Konsolidierung aufbringen zu können. ■



Gerster TechTex dankt allen beteiligten Unternehmen für ihre tatkräftig Unterstützung bei den Versuchen.



Gustav Gerster GmbH & Co. KG., TechTex, Biberach

**Annika Muckenhaupt**

Projektleitung Composites

☎ +49 7351 586-171

@ annika.muckenhaupt@gerster.com

🌐 www.gerster.com

# Neue Maßstäbe in der Küche

## Kooperation ermöglicht den Einsatz nachhaltiger Verbundwerkstoffe in Küchen

**Der nachhaltigen Werkstoff OrganiQ entstand im Rahmen eines rheinland-pfälzischen Kooperationsprojekts. Beteiligte Partner waren das Institut für Verbundwerkstoffe IVW, die Rockenhausen GmbH & Co. KG sowie die J. Dittrich & Söhne Vliesstoffwerk GmbH. Gemeinsam entwickelten sie OrganiQ zur Anwendung für Innenausstattungen in Küchenschubkästen und -Auszügen. Diese werden von der Firma Holzwerk Rockenhausen weltweit vertrieben.**

Durch die Kooperation lokaler Projektpartner konnte in einer sehr kurzen Zeit ein neuer Faserverbundwerkstoff für eine innovative Anwendung entwickelt und etabliert werden.

### Von der Materialentwicklung ...

Den umweltverträglichen Verbundwerkstoffes OrganiQ, basierend auf 78 Gew.-% Naturfasern und 22 Gew.-% duroplastischem Bindemittel, entwickelte die Firma Dittrich und Söhne.

Das wasserbasierte Bindemittel ist formaldehyd- und phenolfrei. Als Verstärkungsfasern wurden Hanf und Kenaf ausgewählt, da diese Fasern sowohl auf kargen und anspruchlosen Böden schnell wachsen und Kohlendioxid binden als auch sehr gute mechanische Eigenschaften besitzen. Die räumliche Nähe der Projektpartner zueinander bedeutet außerdem eine deutliche Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen auf den Transportwegen.

**» Gemeinsam entwickelten wir einen neuen Faserverbundwerkstoff für eine innovative Anwendung.«**

**Dr.-Ing. Florian Görtner, IVW**

### ... über die Prozessentwicklung ...

Parallel zur Materialentwicklung entwarf das IVW einen Verarbeitungsprozess, der sowohl auf die Nutzung des vorhandenen Maschinenparks als auch auf die anspruchsvollen Qualitätskriterien der Firma Holzwerk Rockenhausen

abgestimmt ist. Im Heißpressverfahren entsteht aus den Naturfaser-Halbzeugen Plattenware, die anschließend mit etablierten Produktionsprozessen weiterverarbeitet werden kann. Dieses Material kann als Alternative zu den hochwertigen Hölzern dienen, die bisher in der Küchenausstattung zum Einsatz kamen.

### ... bis zur Anwendung

Die Ausstattungsserie OrganiQline entstand bei Holzwerk Rockenhausen durch die Symbiose von Naturfaser-Halbzeugen und hochwertigen Hölzern. Mittlerweile wurde der Einsatz des Materials in Küchenschubbladen durch die Dekra Automobil GmbH – Labor für Umwelt- und Produktanalytik in Stuttgart auf Schadstoffe und Lebensmittelverträglichkeit geprüft und freigegeben.



Durch seine besondere Oberflächenstruktur und seine Bearbeitungsmöglichkeiten, die denen von Massivholz ähneln, bietet OrganiQ alle Chancen zur Umsetzung neuer Ideen und kundenspezifischer Ausstattungen. Drei Küchenhersteller haben sich bislang schon entschieden, Besteckeinsetze aus OrganiQ serienmäßig in ihr Portfolio aufzunehmen.

Durch die gelungene Kooperation der Projektpartner konnte eine vollständige Prozesskette vom Rohstoff bis zum Bauteil entwickelt werden. Das trägt auch zur Stärkung des Wirtschafts- und Wissenschaftsstandortes Rheinland-Pfalz bei. Aktuell ist die Nachfrage nach dem OrganiQ-Material sehr stark gestiegen, so dass Holzwerk Rockenhausen den Kauf einer weiteren Presse zur Halbzeugherstellung angestoßen hat. ■



*Schubladeneinsatz aus OrganiQ und Räuchereiche*

*Drawer insert, made of OrganiQ and smoked oak*

# New benchmarks in the kitchen

Cooperation enables use of bio-based and sustainable fiber reinforced composites in the kitchen

Within the framework of a joint project, the three partners Institut für Verbundwerkstoffe IVW, Holzwerk Rockenhausen GmbH & Co. KG and J. Dittrich & Söhne Vliesstoffwerk GmbH developed OrganiQ, a new bio-based material for kitchen drawers and extracts, which are distributed worldwide by Holzwerk Rockenhausen.



Within this cooperation of local partners, a new fiber reinforced composite for a new innovative application could be developed and established in a very short time.

## Starting from material development ...

A significant part of the project is the development of the environmentally friendly composite material OrganiQ by Dittrich & Söhne. OrganiQ is based on 78 wt.-% natural fibers and 22 wt.-% cross-linking thermoset binder material. This water-based binder is free of formaldehyde and phenolic resin. Hemp and kenaf were used as reinforcement fibers, as they grow on poor soils, absorb carbon dioxide and show very good mechanical properties. Geographical proximity of all three partners ensures short transportation routes and thus an enormous CO<sub>2</sub> reduction.

## ... and process development ...

In parallel to the material development process, IVW developed a handling process, which was adapted to both the use of existing machinery

at Holzwerk Rockenhausen plant and its high quality demands. Within a hot press process, the natural fiber semi-finished material is processed to boards, which can be processed with established production processes. These boards can be used as an alternative to currently used high quality woods.

## ...to the final product

The symbiosis of natural fiber boards and high quality woods enabled the new product line OrganiQline. Meanwhile, the application of the new material for kitchen drawers and extracts was tested and approved regarding pollutants and food compatibility by DEKRA Automobil GmbH – laboratory for environmental and product analysis in Stuttgart.

Based on its special surface structure and the possibility of wood-like processing procedures, OrganiQline offers opportunities for new ideas and customized equipment. So far, three kitchen manufacturer decided to add the OrganiQline drawers to their portfolio.

Through the cooperation of the project partners, a process chain from the raw material to the final product was developed which contributes to strengthening the local economy in Rhineland-Palatinate. The current demand for the OrganiQ material has increased so much, that Holzwerk Rockenhausen started purchasing a new press for processing the OrganiQ material. ■

**i** Institut für Verbundwerkstoffe – IVW,  
Kaiserslautern  
**Dr.-Ing. Florian Gortner**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
☎ +49 631 20 17-439  
@ florian.gortner@ivw.uni-kl.de  
🌐 www.ivw.uni-kl.de

Holzwerk Rockenhausen GmbH & Co. KG  
**Martin Rau**  
☎ +49 6361 92 32-24  
@ martin.rau@rockenhausen.com  
🌐 www.rockenhausen.com

J. Dittrich & Söhne Vliesstoffwerk GmbH,  
Ramstein  
**Andreas Dittrich**  
☎ +49 6371 96 47-14  
@ a.dittrich@dittrichvliesstoffe.de  
🌐 www.dittrichvliesstoffe.de

# Härten kommt später

## Entwicklung von Epoxid-Vliesstoffe aus nicht-gehärteten Harz-Härter-Gemischen

**Am Chemnitzer STFI beschäftigte sich ein Forschungsprojekt damit, Vliesstoffe aus schmelzfähigen, nicht ausgehärteten Epoxidharz-Feststoffsystemen zu entwickeln, die als textile Matrixlagen für duroplastische Faser-verbundkunststoffe einsetzbar sind.**



Das Projekt wurde gefördert durch das BMWi.

Seit einiger Zeit sind epoxidbasierte Harz-Härter-Gemische am Markt verfügbar, die bei Raumtemperatur im festen Aggregatzustand als Pulver oder Granulat vorliegen und bei Erwärmung schmelzen. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden EP-Systeme des Projektpartners Emil Frei GmbH & Co. KG, Bräunlingen, verwendet. Diese Systeme wurden so inhibiert, dass die Härtungsreaktion in einem weiten Temperaturbereich unterdrückt war, der für die Faserherstellung genutzt werden kann.

### Ansatz und Verfahren

Im Projekt wurde das Meltblown-Verfahren eingesetzt (Abb. 1), bei dem das EP-Granulat im Extruder aufgeschmolzen wird. Die Schmelze wird dann durch winzige Düsen gedrückt und durch einen Luftstrom weiter im Durchmesser auf bis zu 10 – 1 µm verjüngt. Die noch nicht abgekühlten Fäden werden auf einem Band abgelegt, verkleben leicht miteinander und bilden ein Wirrfaservlies.

Das Meltblown-Verfahren wird nach Stand der Technik ausschließlich für Thermoplaste

eingesetzt, aktuell zum Beispiel zur Fertigung von FFP2 Filtervliesstoffen aus PP.

Ein Risiko des Projekts bestand also darin, die Anlage mit reaktiven Systemen zu betreiben und damit die Gefahr einer Aushärtung während des Prozesses in Kauf zu nehmen. Bei den getesteten EP-Systemen begann die Härtung bei ca. 150°C, die Meltblown-Anlage der Fa. Reifenhäuser, Troisdorf, wurde im Bereich von 80 – 110 °C betrieben.

Das EP-Faservlies wurde im nächsten Technologieschritt durch Übereinanderlegen mehrerer Lagen und Vernadeln zum Vliesstoff (Abb. 2) verfestigt. So kann die Flächenmasse des EP-Vliesstoffs eingestellt und dem Matrixbedarf von Glas- oder Carbon-Gewebelagen angepasst werden.

Im Projekt wurden Glas- und Carbonfaser-Lamine mit EP-Vliesstoff als Matrix heiß verpresst. Die Lamineigenschaften lagen bei einigen Mischungen im Bereich klassischer Flüssigharz-Systeme.

### Bewertung und Ausblick

Das Potenzial von Epoxidvliesstoffen, eventuell auch anderer duroplastisch basierter, nicht ausgehärteter Matrixsysteme für FVK-Technologien wird als sehr hoch eingeschätzt. Ausgewählte Vorteile sind:

- Wegfall von Harz-Härter-Misch- und Dosierprozessen in allen Flüssigharztechnologien
- Kurze Imprägnierwege über die Laminat-Wandstärke bei gleichzeitig hoher Geschwindigkeit im Vergleich zu Infusions- oder Injektionsverfahren
- Der Wechsel des Aggregatzustands zwischen fest und flüssig ist mehrfach wiederholbar. Damit können Zuschnittreste wieder dem Meltblown-Prozess zugeführt werden (aktive Müllvermeidung).
- Epoxid-Vliesstoffe sind im Transportfall kein Gefahrgut.

Die entwickelten Epoxid-Vliesstoffe sind nach aktuellem Stand nicht serienreif. Insbesondere die EP-Fasern verspröden im Bereich von ein bis zwei Stunden nach der Herstellung. Die Vliesstoffe sind dann für Handling-Prozesse nachfolgender Technologie-Stufen nicht robust genug. An diesem Punkt müssen weitere Forschungsarbeiten ansetzen. ■

Abb. 1: Fertigung von EP-Vlies im Meltblown-Verfahren

Fig. 1: Production of EP nonwoven by Meltblown processing



# Curing comes later

## Development of epoxy nonwovens made from uncured resin-hardener blends

**Within a research project, STFI e.V. tried to develop nonwovens made from meltable non-cured epoxy resin solids systems that can be used as textile matrix layers for thermoplastic fiber composites.**

Epoxy-based resin-hardened blends (EP) have been available on the market for some time, offered as powder or granules at room temperature and melt when heated. EP systems made by project partner Emil Frei GmbH & Co. KG were used in the project. These systems were inhibited in such a way that the curing reaction was suppressed at wide temperature range which can be used for fiber production.

### Approach and Application

During project work EP granulate is melted in the extruder. The EP melt is then pressed through tiny nozzles and further reduced in diameter to 10 – 1 microns by hot air flow. The filaments, which have not yet cooled down, are placed on a belt, bonded slightly together and form a random oriented web. At present the meltblown process is used exclusively for thermoplastic materials, e.g. for producing FFP2 filter nonwovens made of Polypropylene.

Therefore, one major uncertainty of the project was to operate the plant with reactive systems and thus to risk curing of EP material during the process. In the tested EP systems, hardening started at approx. 150°C, the meltblown system of Reifenhäuser, Troisdorf, was operated in a range of 80 – 110 °C.

EP meltblown were subsequently consolidated into nonwoven material by needle-punching several matched nonwoven layers (Fig. 2). There-

by, the basis weight of EP nonwovens can be adjusted and adapted to the matrix requirements of glass or carbon fabric layers.

Glass and carbon fiber laminates with EP nonwovens as matrix were grouted by heat exposure. Laminate properties were in the range of classic liquid resin systems for some EPs.

### Evaluation and outlook

The potential of epoxy nonwovens, possibly also of other thermoset based, non-cured matrix systems for FRP technologies, is considered to be very high. Selected benefits are:

- No resin-hardener blending and dosing processes in liquid resin technologies.
- Short impregnation paths via laminate wall thickness and coeval high processing speed.
- Multiple change of solid and liquid aggregate state is possible. Reuse of cut residues in meltblown (active waste prevention).
- Epoxy nonwovens are not dangerous transport goods.

The developed epoxy nonwovens are not yet ready for series production. In particular, EP filaments become brittle within one to two hours after manufacturing. The nonwovens are not robust enough for further handling processes in subsequent technology stages. This is where further research needs to be done. ■

**i** Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI), Chemnitz  
**Dipl.-Ing. Günther Thielemann, Ralf Taubner**  
 ☎ +49 371 52 74-239 und -262  
 @ guenther.thielemann@stfi.de  
 🌐 www.stfi.de



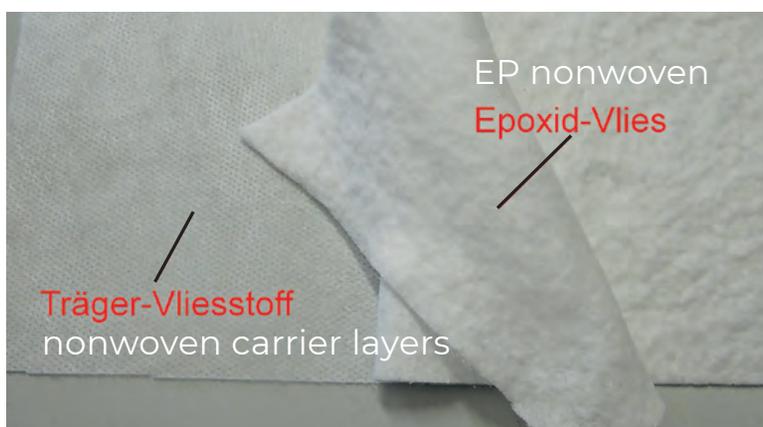
*This project was supported by the Federal Ministry of Economic affairs.*

*Abb. 2: Abziehen EP-Vliesstoff vom Trägervliesstoff*

*Fig. 2: Separating EP nonwoven from carrier nonwoven*

*Abb. 3: Alternierender Laminataufbau von Glasgewebe und EP-Vliesstoff*

*Fig. 3: Laminataufbau von alternierender Glasgewebe und EP nonwoven*



# Heiß ersehnte Zykluszeiten

Neu entwickeltes PowderPreg™ hält selbst hohe Temperaturen bei IR-Härtung aus



Weitere wissenschaftliche Erläuterungen zum Verhalten von IR-Härtungssystemen gibt das Team um Prof. Dr. Ing. Christian Brauner von der FHNW – Fachhochschule Nordwestschweiz.

The team around Swiss FHNW-Prof. Dr. Ing. Christian Brauner will be happy to give further scientific explanation on the behaving of IR curing systems.

christian.brauner@FHNW.ch,  
www.FHNW.ch

Einen neuen Ansatz in der Herstellung von Verbundwerkstoffteilen stellt Swiss CMT vor, Technologieanbieter für Leichtbaulösungen. Dieses PowderPreg™ besteht aus einem ausgewogenen duromeren Pulverharzsystem, das hohe Heizraten verträgt, aber nicht unkontrollierbar exothermisch reagiert.

Die enorme Heizleistung und die entsprechend hohen Heizraten eines Infrarot (IR)-Strahlers führen oft zu verbrannten Oberflächen oder einer unkontrollierten exothermischen Reaktion, obwohl zahlreiche Sensoren und Detektoren zur Verfügung steht. Um dieses Risiko zu minimieren, sind wir immer noch gezwungen, die Leistung eines IR-Strahlers stark zu reduzieren, und verlieren dabei die entscheidenden Vorteile dieser großartigen Technologie.

## Potenzial ausschöpfen

In enger Partnerschaft mit Rohstoff-, Halbzeug- und Maschinenherstellern hat sich Swiss CMT auf die Prozessfähigkeit der Werkstoffe konzentriert. Das Ergebnis war das PowderPreg™ von 2Gamma Srl (Italien). Sein chemisch ausgewogenes duromeres Pulverharzsystem verträgt hohe Heizraten, riskiert aber keine unkontrollierbare exothermische Reaktion. Kurz: Es kann wie ein Thermoplast verarbeitet werden.

Das neu kommerzialisierte, bei Raumtemperatur lagerfähige und VOC-freie PowderPreg™ ist in unterschiedlichen Reaktivitäten verfügbar und enthält einen latenten, gering exothermischen Härter. Wobei die langsameren Systeme eher für große und dicke Verbundwerkstoffstrukturen eingesetzt werden, die schnelleren mehr für kontinuierliche und thermoform-ähnliche Verarbeitungsprozesse.

## VORTEILE VON POWDERPREG™

Material	Prozess
• bei Raumtemperatur lagerbar	• kürzeste Prozesszeiten
• keine gefährlichen Inhaltsstoffe, lösemittelfrei und keine VOCs	• geringer Energie-Bedarf
• kundengerecht anpassbar	• einfache, präzise und schnell ansprechende Kontrollmechanismen
• geringe exothermische Reaktion	• adaptierbar auf Teilegröße

## Möglichkeiten nutzen

Nun eignet sich dieser temperaturgesteuerte Prozess (> 150 ° C) nicht für wärmeempfindliche Kern- oder Form-Materialien. Aber im direkten Verfahren sind schon Verbindungen mit einigen Thermoplasten, Kerne, Inserts und Metallen möglich. Auch Vor-Formlinge und B-Staging können verarbeitet werden, komplexe Lagen-Aufbauten im Mehr- oder Einschnitt-Verfahren und sogar einige In-Mold-Beschichtungssysteme. PowderPreg™ erlaubt Kombinationen verschiedenster Werkstoffe und so eine effiziente und nachhaltige Materialnutzung.

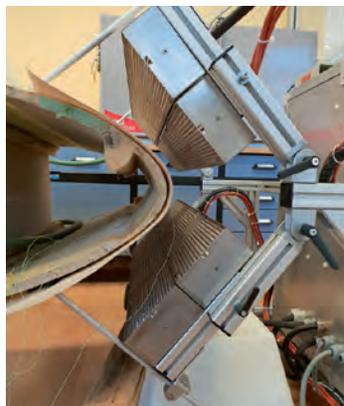
PowderPreg™ lässt hohe Heizraten und damit ein scharfes Prozessfenster zu. Als ideal erwies sich die Kombination aus robusten, wiederverwendbaren faserverstärkten PTFE Vacuum-Bagging Materialien mit matter und kaum spiegelnder Oberfläche und den sehr gut steuerbaren IR-Modulen der Krelus AG. Das ermöglicht sogar halbkontinuierliches und schrittweises Aushärten, mit angepassten Vacuum-Bags und IR-Modulen können selbst komplex geformte Verbundbauteile hergestellt werden. ■

Abb. 1: Probenahme aus dem Prepreg  
Fig. 1: Cut outs at mid-section

Abb. 2: IR-Härtung des Vorderteils, I  
Fig. 2: IR-cure of nose, section 1

Abb. 3: IR-Härtung des Vorderteils, II  
Fig. 3: IR-cure of nose, section 2

(V.l.n.r. | l. to r.)



# Hotly desired process cycles

Newly developed PowderPreg™ stands high temperatures with infrared curing

Swiss CMT AG, technology provider for lightweight solutions, developed a new approach in composites parts manufacturing. This new PowderPreg™ comprises a chemically well-balanced thermosetting Powder Resin System that enables sharp heating-ramps without the risk of an exothermic runaway.

Often enough the power of Infrared (IR) Heating Systems leads to surface burning (best case) or “exothermic runaways”. Although there is a wide range of sensors and detectors available, we are still forced to reduce the power of an IR-radiator to lower the risk of such incidents, and because of that losing some advantages of this great technology.

### Full use of potential

In close partnership with raw-materials, semi-finished goods and machine manufacturer, we have been concentrating on the process ability of the materials, and the outcome was a new kind of PrePreg technology, the so called PowderPreg™ of 2Gamma Srl (Italy). The new developed PowderPreg™ comprises a chemically well-balanced thermosetting Powder Resin Systems that enables sharp heating-ramps without the risk of an exothermic runaway. In other words, it becomes processable like a thermoplastic material.

The newly commercialized, VOC-free and storable at room temp PowderPreg™ is available in different reaction speeds and contains a latent, low exothermic hardening systems. A slower system might be used for large and thick

ADVANTAGES OF POWDERPREG™	
Material	Process
• storable at room temperature	• shortest process cycle
• free of any hazardous ingredients, solvent and VOC free	• low energy consumption
• customizable	• simple, precise and fast response control mechanism
• low exothermic peak	• adaptable from small to large parts

composites structures, and a faster system is meant for continues or fast-cycle processing methods.

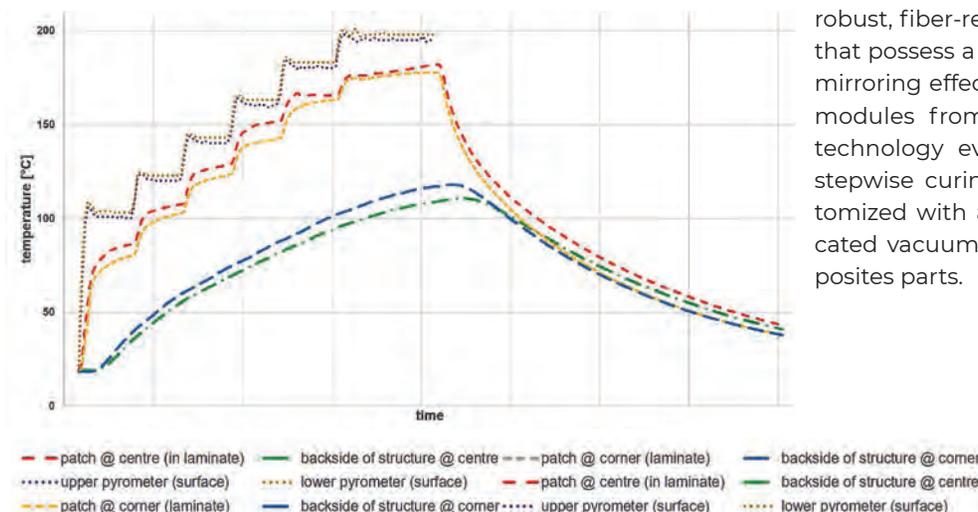
### Restrictions and possibilities

It goes without saying that the temperature driven process (>150°C) does not solve all the challenges of an efficient composites part manufacturing. So we cannot deal with heat-sensitive core materials or tooling materials. But on the other hand, we can do direct bonding with some thermoplastics, cores, inserts and metals. We can handle pre-forming and B-staging, complex lay-up's in multi-step or one-shot technologies, and some in-mold coating systems. In short: PowderPreg™ allows multi-material combinations and that for an efficient and sustainable material usage.

Closing the loop to efficient manufacturing methods, PowderPreg™ is designed to receive high heating-rates and sharp process-windows. We found an ideal combination with reusable, robust, fiber-reinforced PTFE bagging material, that possess a dull surface appearance and low mirroring effect, and in the well controllable IR modules from Krelus AG (Switzerland). This technology even allows semi-continues and stepwise curing methods, and it can be customized with adaptable IR-Modules and dedicated vacuum bags for complex shaped composites parts. ■

Abb. 4: Prozesszyklus von PowderPreg™ in der Infrarot-Härtung

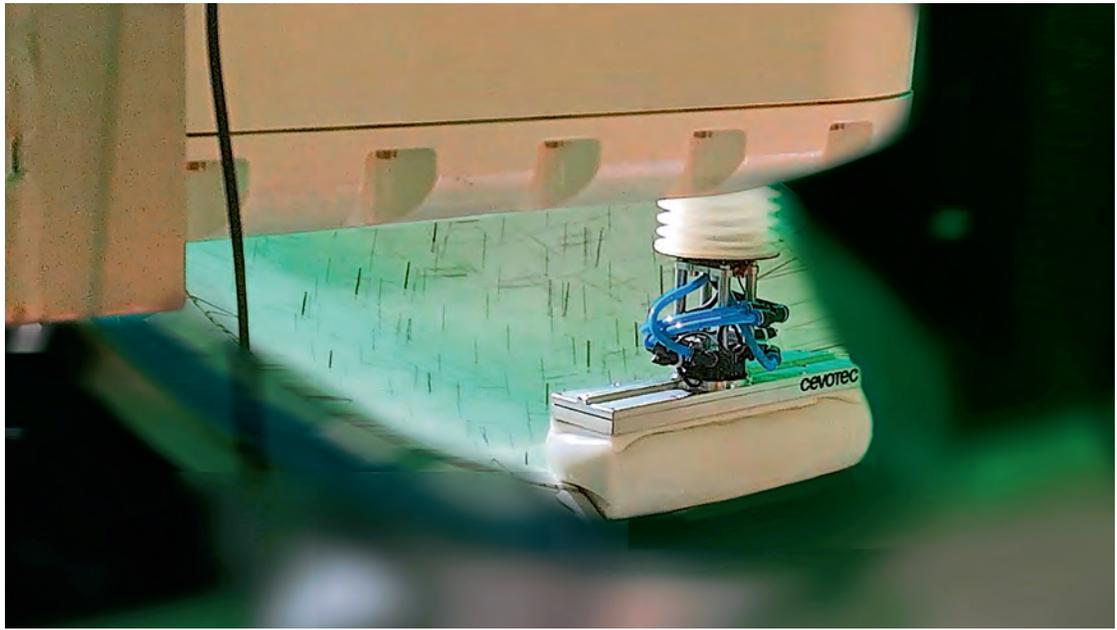
Fig. 4: PowderPreg™ infrared curing process cycle



**i** Swiss CMT AG, Siebnen  
**Marcel Schubiger**  
 +41 55 460 21 20  
 marcel.schubiger@swiss-cmt.com  
 www.swiss-cmt.com

# Einmal mit allem

Integriertes Legeverfahren für Sandwich-Strukturen in der Luft- und Raumfahrt



*Integriertes Legeverfahren von monolithischen Bereichen ...*

*Integrated lay-up of monolithic areas ...*

**Die politischen Pläne zur CO<sub>2</sub>-Neutralität befördern die Entwicklungsaktivitäten bei der Prozessautomatisierung von Leichtbaustrukturen im Flugzeugbau. Mit Fiber Patch Placement (FFP) gibt der Münchener Automations-Spezialist Cevotec den Herstellern von Faserverbund-Sandwichstrukturen eine neue Technologie an die Hand zur Automatisierung der zeitaufwändigen Legeprozesse.**

FFP hat sich bereits beim automatisierten Lay-up des anspruchsvollen Multimaterial-Mixes aus Klebefilm, Glas- und Kohlefasern direkt auf Waben-Sandwichkernen von Faserverbund-Sandwichstrukturen bewährt. Bestimmte Flugzeugkomponenten beherbergen jedoch elektromagnetische Sensoren. Sie müssen aus elektrisch nicht-leitenden Materialien hergestellt werden, die vor Interferenzen schützen und eine klare, starke Signalübertragung gewährleisten.

## Hochkomplexe Komponenten

Diese Bauteile finden sich in unbemannten Luftfahrzeugen (UAVs) und Passagierdrohnen für innerstädtische Luftmobilität (UAMs), aber auch in jedem kommerziellen oder militärischen Flugzeug. Unabhängig vom Ausgangsmaterial sind Design und Konstruktion in allen Bereichen identisch: Materiallagen auf nicht-metallischen Kernen, die mit monolithischen

Bereichen kombiniert sind, über die die Komponente am Rahmen befestigt wird.

Zwar nutzen die manuellen Produktionsprozesse vorgefertigte Lagenaufbauten für die monolithischen Bereiche. Doch der Gesamtprozess bleibt langsam, teuer und schwer skalierbar.

## Ein Bauteil, ein Prozess

Die FFP-basierten Samba-Produktionszellen von Cevotec können Sandwichteile und monolithische Bereiche unter Verwendung verschiedener Lagen- und Patchgrößen mit einem einzigen Produktionssystem und in einem durchgehenden Prozess verarbeiten.

Dieser kombinierte Ansatz wird durch die FFP-spezifische Software ‚Artist Studio‘ unterstützt und optimiert: Während der Sandwichaufbau auf möglichst wenige Lagen ausgelegt ist, sind die monolithischen Bereiche mit vorgefertigten Patch-Stacks gearbeitet. Das verkürzt die Produktionszeit und es ergibt sich mehr Flexibilität für eventuell erforderliche Laminatanpassungen im Entwicklungsprozess.

Diese Verbindung von Materialflexibilität und Designkombinationen macht die FFP-Technologie zu einem wichtigen Werkzeug für Hersteller von Hochleistungs-Flugzeugstrukturen. Typische Einsparungen bei Produktionszeit und -kosten liegen zwischen 20 und 60 Prozent im Vergleich zu manuellen Verfahren. ■

# Lock, stock and barrell

Integrated lay-up process for sandwich structures with monolithic areas for aerostructures

**The EU's political plans for CO<sub>2</sub> neutrality are stimulating the development activities for process automation of aircraft lightweight structures. With Fiber Patch Placement (FPP), Munich-based automation specialist Cevotec provides to manufacturers of composite sandwich structures a new technology to automate time-consuming lay-up processes.**

Cevotec's Fiber Patch Placement production concept has already proven itself in the automated lay-up of the challenging multi-material mix including adhesive film, glass and carbon fiber directly onto honeycomb sandwich cores of sandwich composite structures. Certain components for aircrafts, however, house electromagnetic sensors and therefore require exclusively non-electrically conductive materials to prevent the sensors from interference, ensuring a clear, strong signal transmission.

## Highly complex components

These components are used in unmanned aerial vehicles (UAVs) and urban air mobility (UAMs). But they also play a significant role in any com-

mercial or military aircraft. Regardless of the raw material, the design and construction of these components are identical in all areas: skins of material on non-metallic cores integrated with monolithic areas to fixate the component to the frame.

Today's production process is usually fully manual. The sandwich areas are placed on a

ply-by-ply lay-up strategy. For the monolithic areas, prefabricated layer structures reduce the individual placements. However, the time saved is relativized by the higher effort to integrate the pre-stacked kit. No matter if with or without pre-

stacked kits: the overall process is slow, expensive, and difficult to scale.

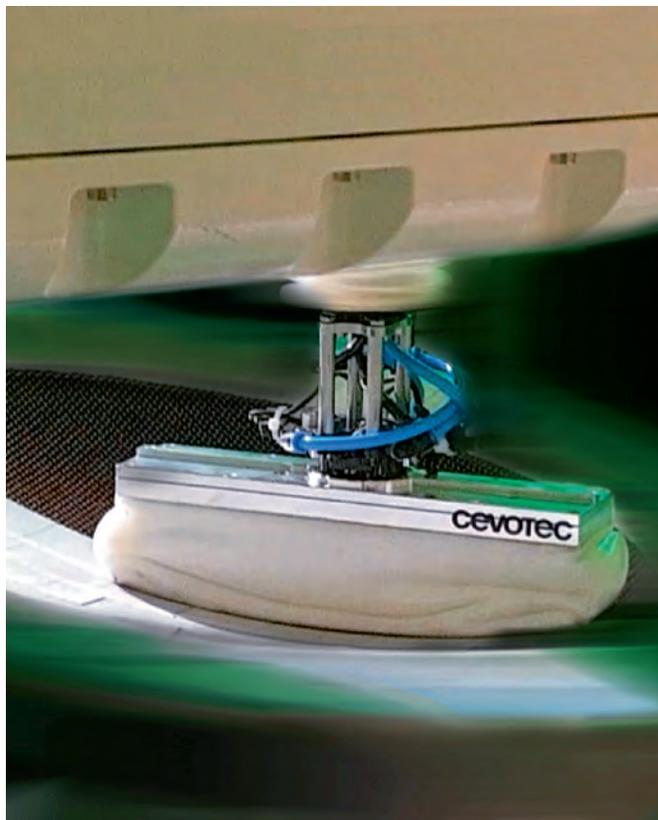
**» We enable manufacturers to build complex composites in high volume and quality.«**  
**Felix Michl, CTO Cevotec**

## One component, one process

Cevotec's Fiber Patch Placement-based Samba production cells can handle sandwich parts and monolithic areas, processing different sizes of plies and patches, within one single system and in one integrated process.

This combined approach is fully supported and optimized by the FPP-specific software „Artist Studio“: While the sandwich construction is designed for as few layers as possible, the monolithic areas are designed with pre-stacked patches. This shortens the production time and provides more flexibility for possible laminate adjustments in the development process.

Bringing together the material flexibility with the recent advancements in design combinations, Fiber Patch Placement has become an important tool for manufacturers of high-performance, multi-material aerostructures. Typical savings for production time and cost range from 20 to 60 percent compared to today's manual processes. ■



*... und Sandwichstrukturen in einer Samba FPP Produktionszelle*

*... and sandwich structures in a Samba FPP production system*



Cevotec GmbH  
Unterhaching  
**Dr. Daniela Klotz**  
Kommunikation

☎ Tel. +49 89 231 41 65-53

@ communication@cevotec.com

🌐 www.cevotec.com

# Flexibilität für Forschung und Fertigung

## Neues Kunden- und Forschungszentrum für modulare AFP-Technologie in Augsburg

**Roboterbasiertes Automated Fiber Placement (AFP) bietet hohe Flexibilität, Kosteneffizienz und Qualität bei der Herstellung von Verbundbauteilen. Seit dem Jahr 2001 ist Coriolis führend in dieser Technologie und hat die Zuverlässigkeit durch mehr als 80 weltweit installierte AFP-Maschinen unter Beweis gestellt.**

Flexible Maschinenkonzepte ermöglichen es, dass schon in der Entwicklungsphase unter seriennahen Bedingungen gearbeitet und die Entwicklungszeit so reduziert werden kann.

### Flexibilität in der Fertigung

Die erforderliche Flexibilität erreichen Coriolis-Maschinen über eine Standardisierung des Prozesses und Modularisierung der Maschinenkomponenten. Die Kombination eines kompakten Legekopfes mit einem Industrieroboter schafft einerseits einen kostengünstigen Standardprozess für eine zuverlässige Serienfertigung und sichert andererseits die notwendige Flexibilität, sowohl für die Produktion von geometrisch komplexen Bauteilen als auch für die Forschung.

Darüber hinaus hat Coriolis ein modulares Konzept für Legeköpfe entwickelt, mit dem dieselben technischen Konzepte in kleinen roboterbasierten Single-Tow-Anlagen und in großen gantrygestützten Multi-Tow-Legeköpfen verwendet werden können. Das ermöglicht eine konsistente Prozessentwicklung – von den Vorversuchen bis zur industriellen Endanwendung – mit der gleichen Legekopf-Technologie.

### Digitales Double

Für eine effiziente Bauteilkonstruktion und Lay-up-Definition sollte die Maschinenteknologie von einer digitalen Simulationskette begleitet werden. Coriolis stellt daher mit CATFiber und SimuReal einen digitalen Zwilling des AFP-Prozesses vom Composite-Design bis zur NC-Programmvalidierung zur Verfügung. Diese Softwarelösungen stehen sowohl als Stand-Alone Version zur Verfügung als auch integriert in CA-TIA und die 3DEXPERIENCE Suite.

### Coriolis Csolo in Augsburg

Passend stellt Coriolis Composites seit diesem Jahr mit der Csolo auch die neueste Maschi-

nentechnologie für Studien und Entwicklungsarbeiten zur Verfügung.

Die Csolo ist eine äußerst vielseitige Single-Tow-Maschine, die Fasermaterial in jeder Breite zwischen ¼ Zoll bis zu 1,5 Zoll verarbeiten kann. Darüber hinaus gewährleisten die Hochleistungs-IR-Lampe oder ein Laser die präzise Erwärmung für alle Arten von Matrixmaterial. Thermoplast-, Duroplast- und bebinderte Trockenfaser-Tapes können also mit derselben Maschine verarbeitet werden.

Das innovative Schneidsystem schneidet ein breites Spektrum an Fasermaterial (Glas, Kohlenstoff, Aramid) und sogar Nicht-Fasermaterial. In einer Studie zur Zuverlässigkeit des Legeprozesses konnten über 100 000 Schnitte ohne einen einzigen Fehler demonstriert werden. Preform-Größen von ca. 3,0 m x 1,3 m in 2D- und 2,5-D-Layup können in der AFP-Zelle in Augsburg problemlos realisiert werden. Die Maschinenarchitektur mit einer Linearachse ermöglicht darüber hinaus auch Untersuchungen größerer und/oder komplexer 3D-Teilegeometrien.

Zusammen mit dem Partner Fraunhofer IGCV kann Coriolis Studien zur Prozessierbarkeit von Materialien, mechanische Prüfungen und komplette Produktionskonzepte einschließlich deren Ökobilanzen anbieten. Auch die Fertigung von Prototypen und Kleinserien ist möglich. ■

*In Augsburg führt Coriolis auch öffentlich geförderte Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu Digitalisierung und Industrie 4.0 durch*



# Agility for research and production

New customer and R&D facility for modular AFP technology in Augsburg, Germany

Robot based Automated Fiber Placement (AFP) provides high flexibility, cost efficiency and best quality to composite manufacturing in aerospace. Inventing this technology stream in the year 2001, Coriolis Composites has proven its industrial reliability by more than 80 AFP machines worldwide. To safeguard the future, Coriolis Composites lives the close collaboration with academia and industry and provides the latest AFP technology now also at its Augsburg facilities.

Flexible machine concepts make it possible to work under near-series conditions right from the development phase, thus reducing development time.

## Agility for production

Coriolis Composites tackled the required agility for production in AFP by two approaches. The combination of a compact AFP head with an industrial robot creates on one hand a cost-efficient standard process for a reliable serial production

and ensures flexibility for research and serial production of complex geometrical parts. This is proven with several machines around the world running in three shifts all day.

In addition, Coriolis developed a modular head approach, which enables technological similarity in AFP head technology in a single tow head and multiple tow heads mounted at a large gantry machine. This allows a consistent process development from first trials to the final industrial application with the same head technology.

## Simulation for coherence

Machine technology must be accompanied by a full digital simulation chain of all relevant process steps to enable efficient composite part design and layup definition.

» Coriolis and partners are carrying out public funded research projects on digitalization and industry 4.0.«

Markus Feiler, Coriolis Key Account Manager

Therefore, the digital twin of Coriolis AFP processes – from composite design to NC-program validation – is provided in CATfiber and SimuReal software kits by Coriolis, implemented both in CATIA and 3DEXPERIENCE suite or as stand-alone version.

## Coriolis Csolo in Augsburg

Csolo is a highly versatile single tow machine able to process fiber material in any width between ¼ inch up to 1.5 inch. Moreover, the high-power IR lamp or laser heating devices ensure precise heating for all kind of matrix material from high melt thermoplastic prepreg (e.g. PEEK) to low temp cure thermoset resins (e.g. room temp epoxy) and dry fiber bindered tape. Due to an innovative cutting system, a wide range of fiber material (glass, carbon, aramide) and even non-fiber material can be considered for tests. A mean-time-between-failure study with Csolo machine demonstrated the high reliability, performing 100.000 cuts without any failure.



Preform sizes from 3.0 m x 1.3 m in 2D and 2,5-D layup can be easily realized within the standard setup of the AFP cell in Augsburg. The machine architecture with a linear rail allows studies of even larger and/or 3D shaped, complex part geometries.

Together with partner Fraunhofer IGCV Coriolis offers studies from material processability, mechanical testing, up to full production concepts including life cycle assessments. Moreover, to minimize the risk for customers, prototyping and small-scale production is feasible. ■

**i** Coriolis Composites GmbH, Augsburg  
**Markus Feiler**  
 Business Development & Key Account Manager  
 Aerospace  
 ☎ +49 159 04 66 30 40  
 @ markus.feiler@coriolis-composites.com  
 🌐 www.coriolis-composites.com

# Effizient verbunden

## Hybridstrukturen aus Composite und Metall per Laserschweißen fügen



Das IGF-Vorhaben (Nr. 18930 BR) der Forschungsvereinigungen Forschungskuratorium Textil e.V. und Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Wir danken den genannten Institutionen für die finanziellen Mittel. Weiterhin danken wir allen Partnern, die uns in der Forschung zu diesem Thema unterstützten. Der Abschlussbericht und weitere Informationen sind am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) oder am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden erhältlich.

An der TU Dresden ist es in einem AiF-geförderten Projekt gelungen, Faserverbundstrukturen per Laserschweißen mit Metallblechen dauerhaft zu verbinden. Auf zusätzliche Fügeelemente wurde komplett verzichtet. Diese neuartige Technologie ermöglicht die effiziente Herstellung von Hybridstrukturen mit einem industriell etablierten Fügeverfahren.

Hybride Bauweisen aus Metall und Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) machen intelligenten Leichtbau erst möglich, da bereichsspezifisch Material- und Bauteileigenschaften eingestellt und spezifische Materialcharakteristika gewinnbringend miteinander kombiniert werden können. Derartige Lösungen werden zunehmend beispielsweise in der Automobilindustrie erfolgreich eingesetzt.

Wesentliche Voraussetzung für das Erreichen der gewünschten Bauteilperformance sind wirtschaftliche sowie beanspruchungs- und werkstoffgerechte Lösungen zum Fügen der Einzelkomponenten. Dazu hat ein Team der TU Dresden eine neuartige Technologie unter Einbeziehung der gesamten Prozesskette entwickelt, und dabei ein vom Steinbeis-Innovationszentrum „Intelligente Funktionswerkstoffe, Schweiß- und Fügeverfahren, Exploitation“ bereitgestelltes Laserschweißsystem eingesetzt.

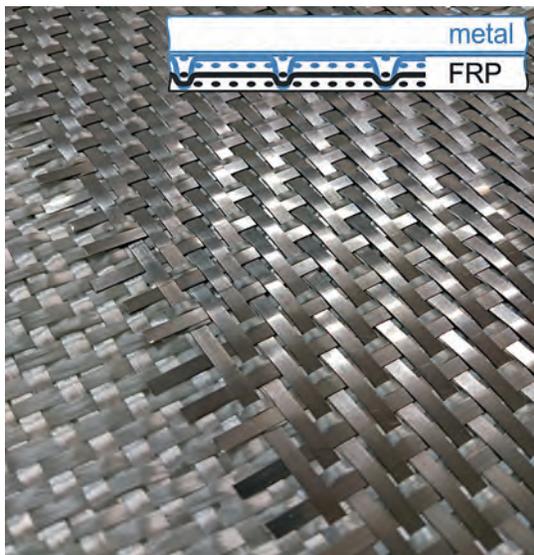


Abb. 1: Schematische Skizze der Metall-FKV-Verbindung (Variante VI) und entsprechendes hybrides textiles Halbzeug

Fig. 1: Schematic sketch of the metal-FRP joint (type VI) and corresponding hybrid textile

### Textiltechnologie als Ausgangspunkt

Um dies zu realisieren, wurden hybride Textilien unter technologischen und strukturmechanischen Gesichtspunkten entworfen und fertigungstechnisch umgesetzt. In diesen neuartigen textilen Halbzeugen sind klassische Verstärkungsfasern (Glasfaser, Kohlenstofffaser etc.) und metallische Flachdrähte eng und über mehrere Lagen hinweg miteinander verwoben (Abb. 1). Der ausgebildete intra- und interlaminaire Formschluss zwischen Fasern und Drähten ermöglicht die Kraftübertragung zwischen den Komponenten.

### Prozess der Bauteilherstellung

Die Textilien werden mit klassischen Faserverbund-Fertigungsverfahren wie etwa RTM zu FKV-Bauteilen weiterverarbeitet, wobei Prozessführung und Werkzeuggestaltung nur geringfügig angepasst werden müssen. Die Flachdrähte sind im Ergebnis vor Matrixzutritt geschützt und bilden so eine werkstoffkompatible Oberfläche am FKV-Bauteil für den nachfolgenden Schweißprozess mit dem Metallblech.

Das eigentliche Fügen zum Hybridbauteil erfolgt mittels Laserstrahlschweißen. Dieses Verfahren ermöglicht es, den Wärmeeintrag zeitlich sowie räumlich zu begrenzen und so die thermische Beeinflussung der Kunststoffmatrix zu minimieren.

### Funktionsmuster und Charakterisierung

Auf Basis dieser Prozesskette wurden verschiedene Prüfmuster (Single-Lap-Shear-Versuch, adaptierter KS2-Versuch/Hybridprüfkörper) sowie ein Technologiedemonstrator in Form eines Biegeträgers gefertigt und geprüft (Abb.2).

Dabei konnte das vorgesehene Funktionsprinzip nachgewiesen werden: die Flachdrähte leiten die Kräfte direkt in die Verstärkungsfaserschicht ein.

### Fazit

Die entwickelte Technologie bietet das Potenzial, erhöhte Verbindungsfestigkeiten und ein gutmütiges Versagensverhalten im Interface von Hybridbauteilen zu erzielen.

Die Umsetzbarkeit wurde bislang am Beispiel von Stahlblech und epoxydharzbasierten Verbunden gezeigt, doch die Technologie ist grundsätzlich auf verschiedenste Materialkombinationen übertragbar. ■

# Efficiently joined

## Joining of hybrid structures made of composites and metal by laser welding



The IGF research project (Nr. 18930 BR) of the Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e. V. is funded through the AiF within the program for supporting the "Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)" from funds of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) by a German Bundestag resolution.

We would like to thank the institutions mentioned above for providing the financial resources. Furthermore, we would like to thank all partners who supported us in our research work on this topic. The final report (in German) and further information can be obtained at the Institute for Lightweight Engineering and Polymer Technology (ILK) or at the Institute of Textile Machinery and High Performance Material Technology (ITM) of TU Dresden.

**In an AiF-funded project, researchers at TU Dresden have succeeded in durably joining fibre composite structures to metal sheets by laser welding. Additional joining elements were completely avoided. This novel technology enables the efficient production of hybrid structures using an industrially established joining process.**

Hybrid designs made of metal and fibre-reinforced plastics (FRP) are essential for intelligent lightweight constructions, since material and component properties can be adapted for the different component regions which leads to a profitable combination of the specific material characteristics.

Prerequisite are economical solutions for joining the individual components. These joining methods also have to meet the requirements evolving from material characteristics and stress state. For this purpose, a team of TU Dresden has developed a novel technology taking into account the entire process chain, using a laser welding system from the Steinbeis Innovation Centre „Intelligent Functional Materials, Welding & Joining Processes, Implementation“.

### Textile technology as the starting point

For a successful implementation, the hybrid textiles were designed from a technological and structural-mechanical point of view and realized in terms of production. In these novel textile semi-finished products, classical reinforcing fibres (glass fibre, carbon fibre, etc.) and metallic flat wires are closely interwoven with each other over several layers (Fig. 1).

This results in intra- and interlaminar form closure between fibres and wires, thus enabling the transmission of forces between the compo-

nents. The textiles are further processed into FRP components using standard manufacturing processes such as RTM, with only minor adjustments to the process management and tool design. As a result, the flat wires are protected against wetting by matrix. Thus, the FRP component provides a material-compatible surface for the subsequent welding process with the metal sheet.

The actual joining step of the hybrid component is performed by laser welding. This method makes it possible to limit the heat input in terms of time and space, thus minimizing the thermal impact on the polymer matrix.

### Samples and characterisation

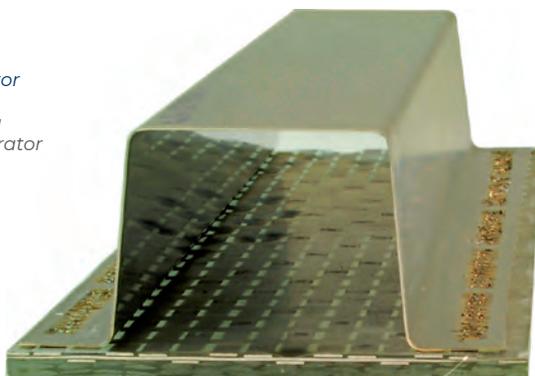
Based on this process chain, various test specimens (single lap shear test, adapted KS2 test/hybrid test specimen) and a beam-in-bending as a technology demonstrator were manufactured and tested (Fig. 2). The functional principle was successfully demonstrated: the flat metallic wires directly transfer loads into the FRP layers of the composite.

### Conclusion

The developed technology offers the potential to achieve increased joint strength and a benign failure behaviour of the interface in hybrid components. The feasibility has so far been demonstrated using the example of sheet steel and epoxy resin-based composites, but the technology is in principle transferable to a wide range of material combinations. ■

Abb. 2: Biegeträger als Technologiedemonstrator

Fig. 2: Beam-in-bending as technology demonstrator



Technische Universität Dresden  
Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK)

**Prof. Dr. rer. nat. Hubert Jäger**  
Professur für Systemleichtbau und Mischbauweisen

☎ +49 351 463-379 00  
@ hubert.jaeger@tu-dresden.de

**Dr.-Ing. Daniel Weck**

☎ +49 351 463-425 02  
@ daniel.weck@tu-dresden.de

**Dr.-Ing. Cornelia Sennewald**

Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM)

☎ +49 351 463-393 00  
@ cornelia.sennewald@tu-dresden.de  
🌐 www.tu-dresden.de/ing

# Teamwork beim Legen

Automatisierte FVK-Fertigung mehrfachgekrümmter Strukturen mit breiten Faserhalbzeugen

**Advanced Ply Placement (APP) ist eine neue Fertigungstechnologie, mit der in Flächengewicht, Materialbreite und Faserart unterschiedliche Halbzeugtypen zu hybriden Laminataufbauten verarbeitet werden können. APP kombiniert ein innovatives Greiferkonzept mit einer formadaptive Anpressrolle für die automatisierte, faltenfreie Ablage von unidirektionalen Halbzeugen auf mehrfachgekrümmten Werkzeugoberflächen.**

Automated Tape Laying (ATL) und Automated Fiber Placement (AFP) haben sich als Technologien für die industrielle Fertigung von faserverstärkten Strukturen etabliert, sind jedoch mit hohen Investitionskosten verbunden.

Im Zuge des FP7-Projektes LOWFLIP entwickelte das Institut für Flugzeugbau (IFB) der Universität Stuttgart zusammen mit der Firma Fill GmbH (AUT) das APP-Anlagenkonzept, das die Vorteile beider Verfahren vereint und die Anlagenkosten deutlich reduziert.

## Innovatives Fertigungskonzept

Dabei imitieren drei kooperierende Roboter die manuelle Ablage von Verstärkungshalbzeugen. Mit segmentierten Greiferzangen werden die unidirektionalen Faserzuschnitte von zwei Robotern über eine Werkzeugform transportiert. Eine formadaptive Anpressrolle an einem dritten 6-Achs-Industrieroboter rollt das Halbzeug entlang des Faserverlaufs in die Form. Der Ab-

lauf wurde zuvor über ein CAE-Programm simuliert und die Trajektorien auf die Robotersteuerung übertragen.

## Faltenfrei legen

Um Faltenwurf während der Textiliablage auf mehrfach gekrümmten Oberflächen zu vermeiden, müssen die Fasern konstant auf Spannung gehalten werden. Die segmentierten Greiferzangen lassen sich relativ zueinander bewegen und ermöglichen axiales Scheren der Fasern, wodurch eine definierte Tapespannung eingestellt und Falten eliminiert werden. Die flexible Anpressrolle gewährleistet zudem einen konstanten Anpressdruck über die gesamte Halbzeugbreite. Die Werkzeugform befindet sich auf einer drehbaren Rotationsachse, um die im Ablageplan definierten Lagenorientierungen zu realisieren.

## Roboterprogrammierung mit FlexiCAM

Die Simulation und Programmierung von kooperierenden Industrierobotern ist zentraler Bestandteil beim APP. Am IFB wird eine modulare CAE-Schnittstelle entwickelt, mit der Industrieroboter offline programmiert werden können. FlexiCAM generiert kooperierende Roboterpfade und ermöglicht die Programmierung von Pick&Place Anwendungen, Flechtprozessen und robotischem Fräsen.

## Materialflexibilität

Bislang wurde das APP für die Ablage von vorimprägnierten Prepregs ausgelegt. Im Zuge des CleanSky2 Projekts ecoTECH untersucht das IFB zusammen mit einem internationalen Konsortium die Ablage von trockenen Faserhalbzeugen (Dry Fiber Placement/DFP).

Das aktuelle Greifkonzept erlaubt die Verwendung von Materialbreiten bis zu 300 mm. Untersuchungen zeigten die Verarbeitung von Kohlenstoff- über Glas- bis hin zu Naturfasern. Zudem sind Materiallagerung und -bereitstellung vom Ablegeprozess getrennt. Das ermöglicht in Kombination mit der Nutzung hochflexibler Mehr-Achs-Industrieroboter auch die Herstellung von hybriden Laminaten ohne kostenintensive Rüstprozesse.

Den APP-Machbarkeitsnachweis führt bislang ein Demonstrator-Bauteil aus dem Transportbereich. Ziel ist es, die Technologie auch in weiteren Industriebereichen zu etablieren. ■

*Automatisierte Ablage von breiten Halbzeugen auf mehrfachgekrümmten Oberflächen mittels APP*

*Automated deposition of broad fabrics onto double-curved surfaces via APP*



# Teamwork during layup

## Automated FRP manufacturing of double-curved surfaces with broad fabrics

**Advanced Ply Placement (APP) is a novel manufacturing technology for the automated production of fiber reinforced components. The combination of an innovative gripping concept and a shape-adaptive consolidation roller allows automated, wrinkle-free deposition of broad, unidirectional fabrics onto double-curved tooling surfaces. Via APP several fabric types, differing in fiber areal weight, material width or fiber type, can be processed to hybrid laminates.**

Automated Tape Laying (ATL) and Automated Fiber Placement (AFP) have become established for the industrial manufacturing of fiber reinforced structures, but are associated with high investment costs. In the course of the FP7 project LOWFLIP the Institute of Aircraft Design (IFB, University of Stuttgart) in cooperation with Austrian FILL GmbH developed the Advanced Ply Placement (APP). This plant concept combines the benefits of both processes and significantly reduces the plant costs:

### Innovative manufacturing concept

Three cooperating robots imitate the manual deposition of semi-finished reinforcement products. Two robots, which are equipped with segmented grippers, transport the unidirectional (UD) fabrics over a tooling mold. A shape-adaptive consolidation roller, which is mounted on a third industrial 6-axis robot, consolidates the semi-finished product onto the mold. The consolidation roller follows the course of the fibers. Beforehand, the layup process was simulated with a CAE tool and corresponding robot trajectories have been transferred to the robot controller.

### Wrinkle-free placement

Wrinkles appear when textiles are to be deposited onto double-curved surfaces and differences in length between the inner and outer edges of the semi-finished product occur. In order to avoid wrinkling during the layup process, the fibers must be kept under constant tension at all times.

The segmented grippers can be moved relatively to each other and enable axial intra-ply shearing of the fibers, whereby a defined tape tension can be set and wrinkles are eliminated. The flexible consolidation roller ensures con-

stant application pressure over the entire fabric width. In order to realize the different ply orientation according to the plybook the mold is mounted onto an adjustable rotational axis

### Robot programming via FlexiCAM

Simulation and programming of cooperating industrial robots is a central component of the Advanced Ply Placement. At the IFB a modular CAE interface for offline robot programming has been developed. Apart from generating cooperating robot trajectories, FlexiCAM enables programming of pick & place applications, braiding processes as well as robotic milling.

### Material flexibility

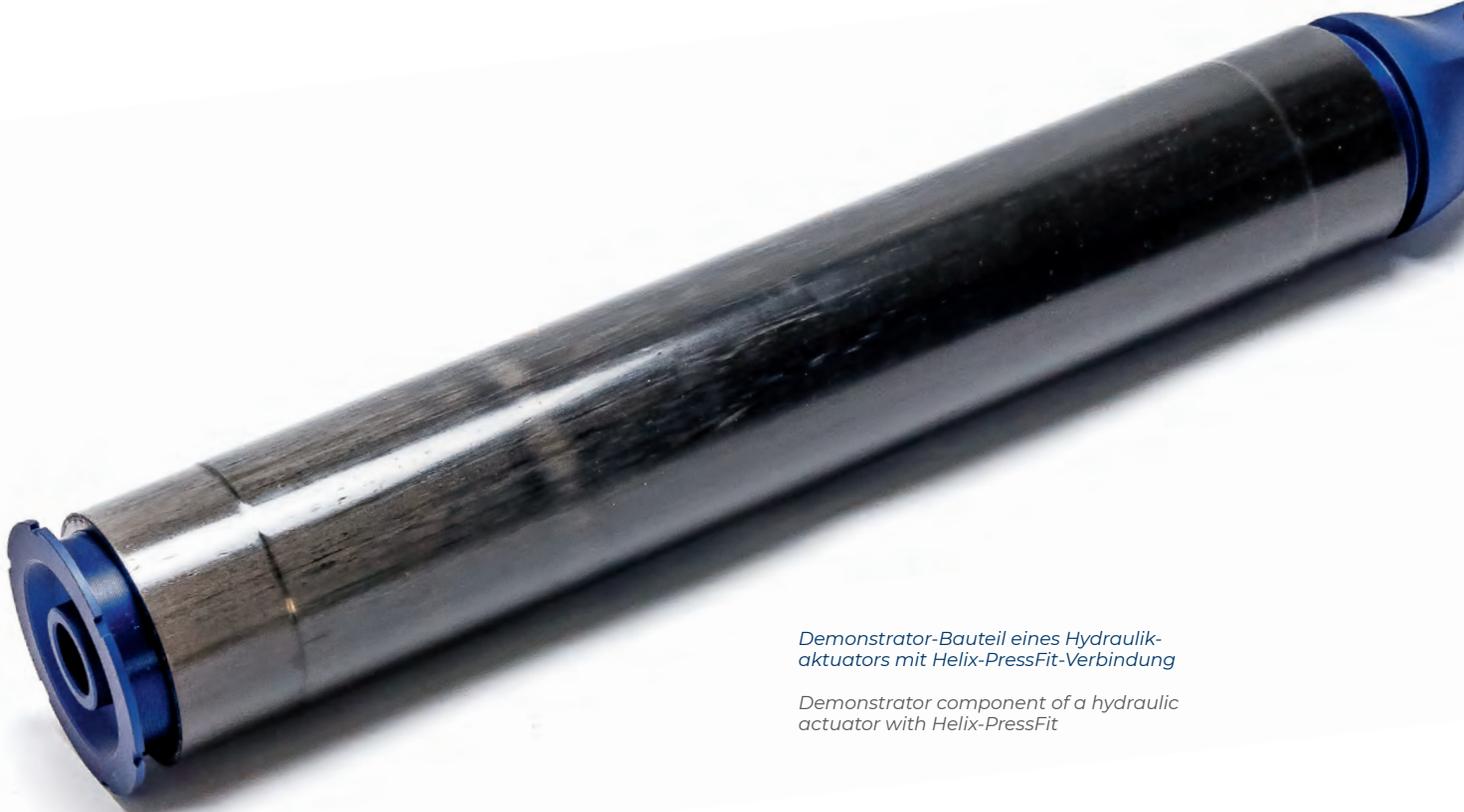
The APP process has been developed for the placement of pre-impregnated fabrics. In the course of the CleanSky2 project ecoTECH, the IFB studies the deposition of dry textiles via APP or Dry Fiber Placement (DFP).

“The high material flexibility is one of the benefits of the APP technology, because both prepreg materials and dry fabrics can be processed”, says Wilhelm Rupertsberger, Head of the Austrian Competence Center Polyurethane/Composites at FILL GmbH, and continues: “While conventional ATL and AFP systems are usually limited to a few types of semi-finished products, the Advanced Ply Placement can be used for deposition of fabrics with a wide range of fiber areal weights.”

The current gripping concept allows utilization of ply widths of up to 300 mm. Previous investigations demonstrated the layup of carbon-, glass- and natural fibers. Furthermore, the external material storage and supply allows utilization of highly flexible multi-axis robots as well as the production of hybrid laminates without cost-intensive changeover procedures. Due to the elimination of material feeding mechanisms, failure susceptibility has been significantly reduced, which results in minimized plant downtime.

The feasibility of the Advanced Ply Placement technology was proven on a demonstrator component from the transport sector. The aim is to establish this innovative manufacturing technology in other industrial sectors. ■

 Institut für Flugzeugbau (IFB),  
Universität Stuttgart  
**M Sc. Florian Helber**  
Forschungsgruppenleiter  
Faserverbundtechnologie  
☎ +49 711 685-695 87  
@ helber@ifb.uni-stuttgart.de  
🌐 www.ifb.uni-stuttgart.de



*Demonstrator-Bauteil eines Hydraulik-  
aktuators mit Helix-PressFit-Verbindung*

*Demonstrator component of a hydraulic  
actuator with Helix-PressFit*

## Hohlprofile verbinden

**Helix-PressFit bewährt sich als robustes Lasteinleitungssystem für Hybridbauteile**

**Für sein neuartiges Verbindungssystem für zug- und druckbelastete Composite-Profile sucht das LZS interessierte Anwender, um das viel versprechende System auf die Straße, in die Luft, in den Weltraum, ins Wasser oder in die Maschinenhalle zu bringen.**

Richtig eingesetzt, ermöglichen Hochleistungs-Composites bei Strukturbauteilen einen hervorragenden Leichtbaugrad und die Erschließung weiterer Vorzüge wie etwa sehr gute Dämpfungseigenschaften oder hohe Korrosionsbeständigkeit. Aktuelle und künftige Serienanwendungen müssen aber mehr denn je wirtschaftlich zu entwickeln, herzustellen und zu betreiben sein, um sich gegen metallische Leichtbauweisen behaupten zu können.

### Wirtschaftlich verbinden

Ein Schlüsselement ist hierbei die Verbindungstechnologie. Sie kann wegen potenzieller Verstärkungen sowie Bearbeitungs- bzw. Qualitätssicherungsschritten die Masse- und Kostenbilanz im negativen Sinne verschieben.

Vor diesem Hintergrund entwickelte und erprobte das Team der LZS GmbH Helix-PressFit, eine neuartige Verbindung für zug- und druck-

belastete Composite-Profile. Sie basiert auf einer formschlussunterstützten Pressverbindung in kreiszylindrischen Composite-Hohlprofilen. Dadurch ermöglicht sie die Verwendung von kosteneffizient herstellbaren Composite-Rohren und ist zugleich deutlich robuster als etwa reine Strukturklebungen.

Insgesamt sind so Bauteile wie etwa Hydraulikzylinder, Kolbenstangen bzw. allgemein Zug- und Druckstreben deutlich kostengünstiger herstellbar als mit anderen bekannten formschlüssigen Lasteinleitungssystemen wie Bolzen oder Schlaufen.

### Anwender gesucht

Wegen der klaren Fügeparameter kann die Helix-PressFit-Verbindung Eingang in eine Gestaltungs- und Dimensionierungsrichtlinie finden, sodass auch der Entwicklungs- und Auslegungsprozess künftig deutlich beschleunigt werden kann. Das LZS-Team hat diese spannende Verbindung bis zum experimentellen „Proof-of-Concept“ getrieben und freut sich auf interessierte Anwender, um dieses System nun auch in der Praxis umzusetzen – ob im Automotive-Bereich, in der Luft- und Raumfahrt oder im Maschinenbau. ■

# Joining profiles

**Helix-PressFit stands proof as robust joining technology for hybrid components**

**For its new type of connection for composite profiles subjected to tensile and compressive loads the LZS company is looking for interested users to bring this promising system on the road, in the air, in space, in water or simply into their machine shop.**

When done right, high-performance composites enable outstanding lightweight designs for structural components and open up further advantages such as very good damping properties or high corrosion resistance. More than ever, current and future series applications must be developed, manufactured and put into service economically in order to be able to compete with metallic lightweight designs.

## Joining efficiently

A key element is the joining technology, which might influence the mass and cost balance in a negative sense due to potentially necessary laminate doubling and processing or quality assurance steps. In this context, the team of LZS GmbH has developed and tested a new type of connection for composite profiles subjected to tensile and compressive loads. It is based on a formfit supported pressfit connection in circular cylindrical composite hollow sections.

This enables the use of cost-effective composite tubes while at the same time being much more robust than pure structural bonds. All in all, components such as hydraulic cylinders, piston rods and generally tension and compression struts can be manufactured much more cost-effectively than with other known formfit load transmission systems such as bolts or loops.

## Practical implementation

Because of the clearly defined joining parameters, the Helix-PressFit connection can be included in a design and dimensioning guideline, significantly accelerating future development and design processes.

The LZS team has driven this exciting connection to experimental „proof of concept“ and is looking for interested users to put the system into practice – in the automotive sector, in aerospace or in mechanical engineering. ■

**i** LZS GmbH, Dresden  
**Dr.-Ing. Karsten Wippler**  
CEO  
☎ +49 351 44 69 60 00  
@ info@lzs-dd.de  
🌐 www.lzs-dd.de

## Erfahrung und Expansion

**Mittelständischer Modellbauer sieht sich gut gerüstet für den globalen Markt**

Formen und Modelle werden bei der Modellbau Arnold GmbH & Co. KG bereits seit 70 Jahren hergestellt. Mit seinem jüngst erweiterten Maschinenpark kann das traditionsreiche Familienunternehmen nun selbst großformatige Bauteile kundenspezifisch fertigen und ist damit auch international gut aufgestellt.

Insbesondere Einzelteile, Werkzeuge, Designstudien und komplexe Prototypen aus Aluminium, Kunststoff oder Holz für Motorsport, Automobil- oder Design-Industrie gehören zum Portfolio von Arnold. Um die steigende Nachfrage zu decken, hat Geschäftsführer Detlef Arnold in weitere Anlagen investiert. Auf der neuen 5-Achs-Fräsmaschine können nun auch Bauteile bis zu 3000 x 2000 x 1000 mm gefertigt werden, ein moderner 3D-Messarm überwacht die gleichbleibend hohe Qualität.

## Leistungsfähig, schnell und gut

„Wir sind bereits seit 2001 nach der ISO 9001 zertifiziert und können höchste Qualitätsansprüche umsetzen. Die Herausforderung liegt heute zum einen in der Komplexität der Teile, die zum anderen meist in kürzester Zeit benötigt werden. Angesichts des enormen Zeitdrucks muss die Qualität von Anfang an zu 100 Prozent passen“, so Arnold.

„Hier erweist sich unsere Unternehmensstruktur als großer Vorteil, denn wir können schnell und flexibel auf alle Kundenwünsche reagieren. Unsere Kunden profitieren von unserer erfolgreichen Mischung aus handwerklichem Können und einem modernen Maschinenpark.“ ■

**i** Modellbau Arnold GmbH & Co. KG, Weinböhla  
**Detlef Arnold** Geschäftsführer  
☎ +49 35243 327 42  
@ modellbau.arnold@t-online.de  
🌐 www.modellbau-arnold.de

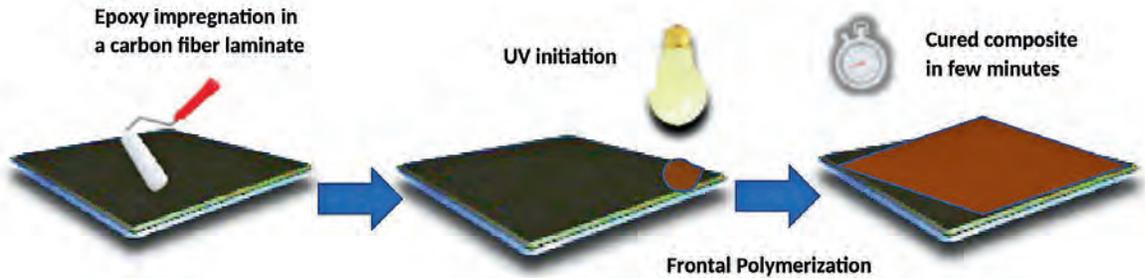


*Prismatische Modelle bietet Arnold bis 3000 x 2000 x 1000 mm Größe an*

# Just a few minutes

Self-sustaining curing reaction cuts down cycle time of cured epoxy from hours to few minutes

Fig. 1: UV-curing of epoxy monomers



The research work was performed within the COMET-project "New curing technologies towards the rapid and efficient production of epoxy-based composites" (project-no.: VI-3.05) at the Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL, Austria) within the framework of the COMET-program of the Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology and the Federal Ministry for Digital and Economic Affairs with contributions by MAGNA Energy Storage Systems GmbH, FACC Operations GmbH and Montanuniversität Leoben. The PCCL is funded by the Austrian Government and the State Governments of Styria, Lower Austria and Upper Austria.

Ultraviolet light (UV) induced frontal polymerization allows rapid and uniform curing of epoxy throughout the liquid monomer without further input of energy. At the Polymer Competence Center Leoben (PCCL) in Austria, a research group has investigated the potential of frontally cured epoxy in the manufacturing of epoxy fiber-reinforced composites.

Thermal curing of epoxy-based composite materials is currently subject of improvements, particularly in the aerospace industries. While the total input energy scale for thermal curing a giant fuselage structure of an Airbus A380 is measured in Giga Joules, one complete curing cycle generates tons of carbon dioxide.

The most commonly used thermosetting matrix in fiber-reinforced composites, i.e., epoxy monomers, seek improvements in fiber-matrix adhesion, product cycle time, cross-link density and void content in the cured composite.

Until recently, the idea to combine cationic frontal polymerization with UV light irradiation has gained attention, esp. for epoxy monomers,

where an auto-accelerating reaction front cure within few minutes (Fig. 1). This technique does not require either thermal curing or a cross-linking agent. Instead, it relies on UV light irradiation of the monomer for few seconds to initiate the polymerization, that generates the required enthalpy for curing via epoxide ring opening.

## Uniform cure and storage stability

A PCCL research group has demonstrated a frontal curing reaction that reaches temperatures of up to 250 °C, well above the glass transition temperature of epoxide monomer. This curing front propagates homogeneously throughout the resin formulation in the mould, giving improved part quality and minimum residual monomer (Fig. 2).

Test results confirmed storage possibility of frontally polymerizable epoxy resins for several weeks. Research has shown that there are no significant changes in colour, density and viscosity of the resin formulation as long as they are protected from heat and light.

## Thermomechanical testing

With successful reproducibility of the thermomechanical properties equivalent to anhydride and amine cured neat epoxy resins, the research group is currently focused on manufacturing of glass and carbon composite parts using frontal polymerization technique. They envisage to broaden their frontally cured composites to the automobile, aerospace and similar high-performance engineering industries. ■

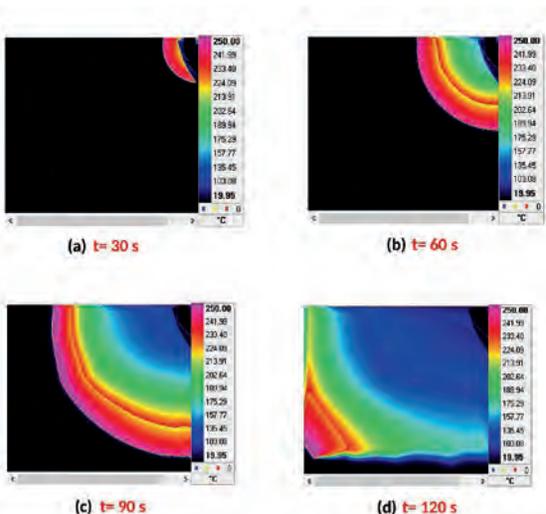


Fig. 2: Thermal progress of frontal curing reaction in in-mould resin

**i** Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL), Leoben  
**Muhammad Salman Malik, M. Sc.**  
 +43 3842 429 62-739  
 @ muhammad.malik@pccl.at  
 www.pccl.at

# Neue Generation

## Zeitgemäßes Zerspanungswerkzeug zum Schrumpfen und Schlichten von CFK

Die Fräsbearbeitung von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) geht mit besonderen materialspezifischen Herausforderungen einher und stellt hohe Anforderungen an die Zerspanungswerkzeuge. Mit dem OptiMill-Composite-Speed-Plus entwickelte der Aalener Werkzeugexperte Mapal ein adäquates Fräs Werkzeug für die CFK-Schrupp- und Schlichtbearbeitung auf der Höhe der Zeit.

Die Herstellung von Bauteilen aus CFK, oft hochdynamisch beanspruchte Strukturbauteile, erfolgt meist „near net shape“. In der Regel ist aber eine mechanische Nachbearbeitung notwendig, um Maß- und Formhaltigkeit zu gewährleisten und Funktionsflächen und/oder Taschen einzubringen. Der dafür am häufigsten eingesetzte Prozess ist das Fräsen.

### Herausforderungen der CFK-Zerspanung

Generell gestaltet sich die Zerspanung von Faserverbundwerkstoffen (FVW) aufgrund ihrer anisotropen und inhomogenen Materialeigenschaften schwierig.

Beim Fräsen von Laminaten kommt es speziell an den Oberflächen oft zu Faserüberständen und Delaminationen. Auch können die harten Kohlenstofffasern die Werkzeuge je nach Beschichtung, Schneidstoff und Geometrie bereits nach kurzen Schnittwegen stark abrasiv verschleifen und so zu einer ungenügenden Fräsqualität führen. Durch den Wechselschnitt zwischen Fasern und Matrix ergeben sich überdies dynamische Prozesskräfte, die das Risiko von Schneidkantenausbrüchen erhöhen und selbst Werkzeugbrüche zur Folge haben können.

Und nicht zuletzt bilden sich bei der CFK-Zerspanung infolge des spröden Materialverhaltens meist Stäube statt der üblichen Späne aus. Diese können mit speziellen Absaugvorrichtungen meist gut aus den Nuten des Werkzeugs abgeführt werden (Abweichungen je nach Matrixwerkstoff möglich).

### Zeitgemäßes Zerspanen

In der CFK-Werkzeugentwicklung sind Prozessverständnis und Kenntnis der besonderen Zerspanungsmechanismen von CFK essenziell, um zielgerichtet werkzeugeitige Lösungsansätze und geeignete Prozessführungen zu entwickeln. Ideal umgesetzt ist dies beim OptiMill-Composite-Speed-Plus, denn das Schrupp- und



OptiMill-Composite-Speed-Plus in Aktion

Schlicht-Fräs Werkzeug von Mapal geht speziell auf die oben genannten Unwägbarkeiten der CFK-Bearbeitung ein.

Die Werkzeugschneide des OptiMill-Composite-Speed-Plus ermöglicht unabhängig von der axialen Positionierung des Fräasers einen beidseitigen Kompressionschnitt sowohl an der Ober- als auch an der Unterseite des Werkstücks. Dadurch lassen sich bei der Schrupp- und Schlichtbearbeitung in einem Arbeitsgang bestmögliche Schnittqualitäten erzielen und Delaminationen sowie Faserüberstände signifikant reduzieren.

Das Nutprofil ist für eine effiziente Abfuhr von Stäuben optimiert, so werden prozesssicher hohe Zerspanvolumen erreicht. Die neue Geometrie erlaubt zudem einen um 25 % größeren Werkzeugkerndurchmesser. In Verbindung mit

» Der OptiMill-Composite-Speed-Plus ist geschaffen für die Hochleistungszerspanung von CFK-Werkstücken.«

Dr. Oliver Pecat

einem stabileren, auf die Zerspanung spröder Werkstoffe angepassten Schneidkeil reduziert sich so das Risiko für Werkzeugbrüche und Schneidkantenausbrüche deutlich.

Eine neu entwickelte CVD-Diamantbeschichtung mit besonders homogener Schichtdickenverteilung dient höchsten Standzeiten, denn schützt die Schneidkanten konstant vor Verschleiß und hält sie möglichst lange scharf. ■



Neu entwickelter OptiMill-Composite-Speed-Plus

**i** MAPAL Fabrik für Präzisionswerkzeuge  
Dr. Kress KG, Aalen  
**Dr. Oliver Pecat**  
Entwicklungsingenieur  
☎ +49 7361 585-0  
@ oliver.pecat@mapal.com  
🌐 www.mapal.com

# Divide and rule

Software combines simulation setting, code synchronization and simplified model creation

**The Czech startup UptimAI serves companies all over the world to accelerate the development and improve the technical properties of their products. Thanks to a unique algorithm, for example, engines are more efficient, cars are safer or bridge structures are more stable.**

UptimAI offers full automation and easy connection to standard simulation software. It produces results in histograms, offers additional tools for analysis, and therefore a deeper insight into the problem that a given product may have. For the simulation area, this is really a revolution. In one tool, the Czech project combines the otherwise lengthy process of a set of simulations, code synchronization, and the creation of a simplified model.

Such a procedure is usually repeated several times, is prone to errors, and requires expertise in several areas. The algorithm of UptimAI's team is unique in that it divides the given problem into a set of sub-problems, which it then solves separately.

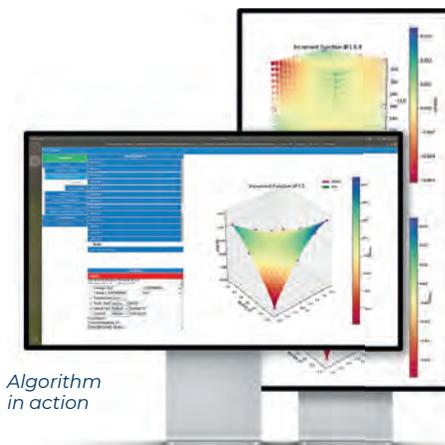
This leads to high efficiency, while also offering a different view of product optimization: "Since we are engineers by profession, we understand that existing optimization methods are not applicable to conventional engineering designs. Instead of a single-point optimum, our algorithm will offer the engineer a wider field of choice, which is much more practical than the standard approach," says UptimAI founder Martin Kubiček.

## From space rockets to safety in the car

Because the algorithm has been shown to reduce product failure rates, it can save corporations millions of euros. It is therefore not surprising that it was reached, for example, by the space company Thales Alenia as well as by Škoda Auto.

The UptimAI algorithm does work in the fields of medicine or engineering alike. The company, however, wants to focus primarily on the second area – such as aircraft, ships, space, and/or cars, although beyond that, the possibilities of use are almost unlimited.

For example, UptimAI can help reduce the vibration of wind turbines or eliminate their annoying noise. It can also increase the safety of spacecraft, streamline aircraft flight, and, of course, serve the automotive industry. UptimAI,



Algorithm in action

for example, worked on the so-called box beam for Škoda Auto. This is a part of the car that absorbs impact energy and significantly increases chances for the passengers of the vehicle to survive an accident.

"We helped to improve the element so that it is resistant to many directions of impact and not just the front impact. We also helped to set the given element so that its absorbed energy is not affected by external circumstances," says Kubiček, adding that they have already agreed on further cooperation with Škoda.

## Expansion abroad and significant team growth

The successful pilot projects also convinced the Czech investment fund LighthouseVentures, which invested in the startup.

"Martin has developed a unique product that is ten times faster and significantly more accurate than similar solutions on the market. Thanks to our acceleration program, we want to help him turn a technological advantage into a business success on the international market", explained Michal Zálešák, Managing Partner at Lighthouse Ventures.

UptimAI expects significant growth in the coming months and years. The company wants to use the investment mainly to gain new customers and at the same time to improve the mentioned optimization and the product itself. It will also significantly expand – its team as well as into foreign markets. ■



*Martin Kubiček is not a typical founder of a technological startup. From the Brno University of Technology, he went to study in France and then for a doctorate in Glasgow, Scotland. Kubiček focuses mainly on engineering algorithms. It was in Scotland when he started developing a special one. Gotten in an "incubator" under the European Space Agency, this promising product has now received several million investments for further development.*

**i** UptimAI  
**Jiri Valena**  
 Business Manager  
 +420 775 46 54 75  
 @ jiri.valena@uptim.ai  
 www.uptim.ai

# Schulterschluss

## Gesundheits- und Umweltschutz bei der zerspanenden Bearbeitung von CFK

**Ein durchgängiger virtueller Prozess dient der frühzeitigen Vermeidung kritischer CFK/GFK-Staubpartikel während der Zerspanungsbearbeitung. Die Methodik verknüpft den Gesundheitsschutz mit der Sicherstellung der Prozesssicherheit.**

Bei der zerspanenden Bearbeitung von Bauteilen aus CFK/GFK-Werkstoffen entstehen oft kritische Staubkonzentrationen. Sie stehen im Verdacht, beim Einatmen gesundheitsgefährlich zu sein, sicher aber beeinträchtigen sie die Prozesssicherheit, weil sie Hitzestau und damit Verbrennungen am Bauteil verursachen können. Die Maschinenverfügbarkeit wird durch das Eindringen abrasiver Staubteilchen in Mechanik und Elektronik negativ beeinflusst.

### Vorteile durch virtuellen Prozess

Ein durchgängiger virtueller Prozess kann helfen, die Einhaltung von Grenzwerten zum Gesundheitsschutz bereits in einer frühen Produktphase zu beurteilen. Außerdem kann er die Prozesssicherheit im Hinblick auf das Bearbeitungsergebnis und eine hohe Maschinenverfügbarkeit deutlich verbessern.

Auf Basis der 3D-Daten des zu fertigenden Bauteils und unter Berücksichtigung der Maschinenteknologie werden in einer Fertigungs-

simulation die kritischen Bearbeitungspunkte ermittelt. Erhöhte Staub- und Partikelbelastung können so visualisiert werden.

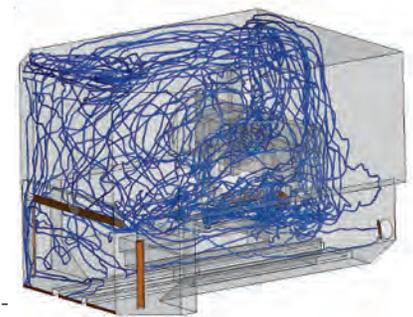
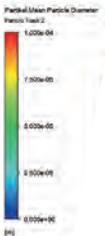
Mit diesen Detailinformationen berechnet eine gekoppelte Strömungssimulation mit Partikelbeschreibung eine variable Lufttechnik, die insbesondere die kritischen Bearbeitungspunkte verbessert.

### Optimales Staubmanagement

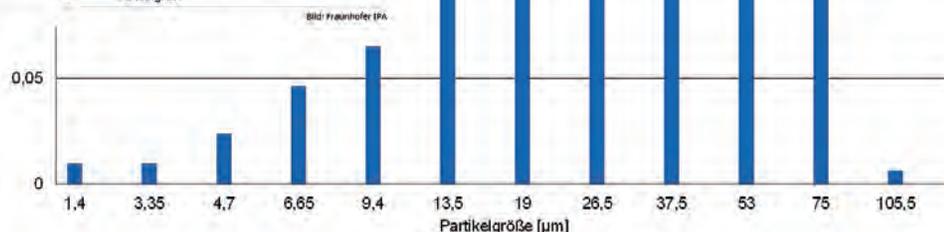
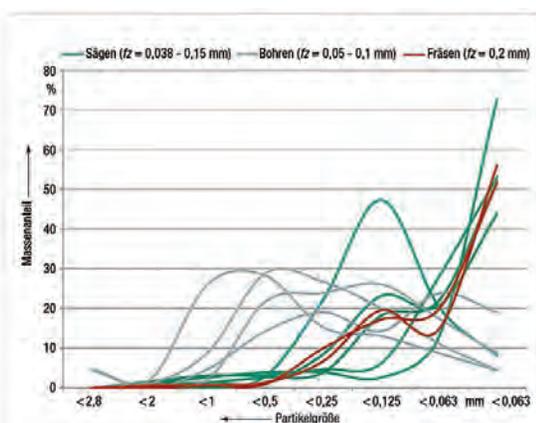
Dass bei der Bearbeitung von CFK-Bauteilen Staub entsteht, ist unvermeidbar. Die beschriebene Herangehensweise bietet enormes Potenzial, um möglicherweise auftretende Probleme früh zu visualisieren.

In der Praxis minimiert eine zuverlässige Abführung von Partikeln die Feinstaubbelastung für Mensch und Umwelt. Optimiertes Staubmanagement führt zu längeren Standzeiten der Maschinen und reduziert Investitionen in Ersatzteile oder -maschinen. Plus: Eine an das Zerspanvolumen gekoppelte Absauganlage spart über die Maschinensteuerung Energie.

Gut für die ressourcenschonende Bearbeitung von CFK- und GFK-Bauteilen – die wesentlich zu geringeren Emissionen im Mobilitätssektor beitragen, da sie die zu bewegenden Massen deutlich reduzieren. ■

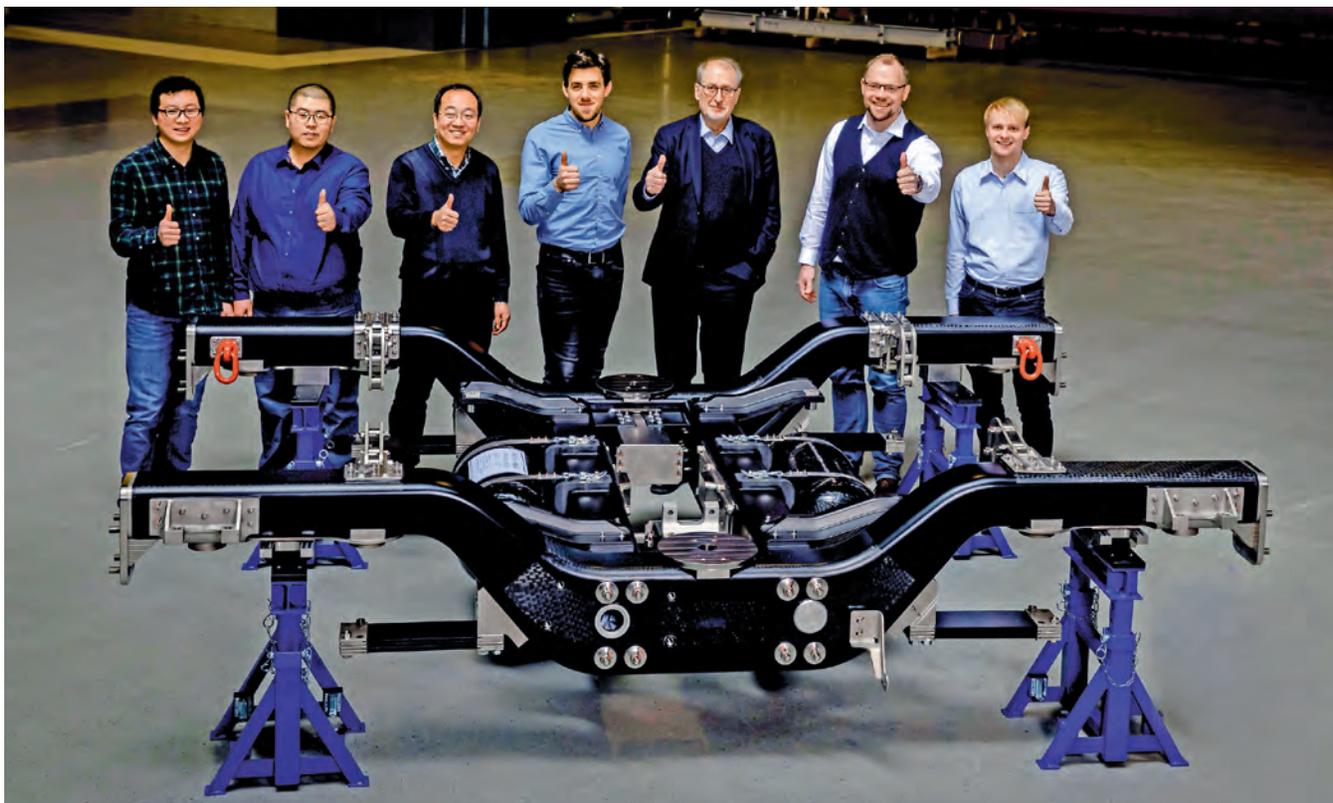


*Bewertung der Feinstaubbelastung mittels virtuellem Modell*



**i** Reichenbacher Hamuel GmbH – Scherdel Gruppe  
**Andreas Vetter, Jochen Rühl**  
 +49 9231 603 64 90  
 andreas.vetter@scherdel.de  
 www.reichenbacher.com  
 www.scherdel.de

Integration materialdatenbasierter Informationen – Partikelverteilung (unten) in Abhängigkeit von der Bearbeitung (oben)



## Erstklassig reisen

CFK-Leichtbau-Drehgestellrahmen mit ERCI Innovation Award 2020 ausgezeichnet



Die ERCI-Awards werden jährlich vom Zusammenschluss der europäischen Eisenbahncluster ERCI für die drei besten Neuentwicklungen in der Bahntechnik verliehen. Neben dem innovativsten Mittelständler wird dabei das innovativste Großunternehmen gekürt und zusätzlich ein Jury-Preis unter allen Bewerbern vergeben.

In der Kategorie „Innovativstes KMU“ hat die CG Rail GmbH Dresden den europäischen ERCI Innovation Award 2020 gewonnen. Das sächsische Engineering-Unternehmen erhielt die Bahntechnik-Auszeichnung für einen CFK-Leichtbau-Drehgestellrahmen in innovativer Differentialbauweise.

Längs- und Querträger des ausgezeichneten Drehgestellrahmens bestehen vollständig aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK). Gegenüber herkömmlichen Metall-Bauweisen ist der Rahmen damit fast 50 Prozent leichter. Zudem weist er hervorragende fahrdynamische Eigenschaften auf.

### Überzeugende Eigenschaften

Der in nur 15 Monaten entwickelte CFK-Rahmen erfüllt alle gängigen Bahnanforderungen, etwa bei Brandschutz- und Impactverhalten, und erlaubt die Integration von Sensorik zur kontinuierlichen Bauteilüberwachung und zustandsbasierten Instandhaltung. In einem zyklischen Test nach DIN EN 13749 hat der Rahmen zwölf Millionen Lastwechsel bei einem um bis zu 60

Prozent höheren Lastniveau gegenüber der normalen Betriebslast erfolgreich bestanden. Das entspricht einer Lebensdauer von mehr als 33 Jahren.

### Im Einsatz erprobt

Der Rahmen hat seine „Feuertaufe“ bereits im international ersten CFK-Leichtbauzug Cetrovo bestanden. Für dieses Projekt des weltgrößten Schienenfahrzeugherstellers China Railway Rolling Stock Corporation (CRRC) entwickelte CG Rail auch die Komponenten Frontkabine, Wagenkasten und Unterflurverkleidung in carbonintensiver Leichtbauweise. Der erste Einsatz ist 2021 in einer U-Bahn geplant.

Aktuell arbeiten die 27 Beschäftigten des erst 2015 als „universitäres Spin-off“ der Technischen Universität Dresden gegründeten Unternehmens u. a. an der zweiten Generation des CFK-Rahmens. Eine noch höhere Massereduzierung, eine weitere Senkung der Fertigungskosten durch spezielle Anpassungen der Konstruktion und des Produktionsprozesses sowie die Integration von Sensorik sind hier wesentliche Aufgabenstellungen. ■

# First class coaches

Lightweight CRP bogie frame wins 2020 ERCI Innovation Award

Dresden-based CG Rail GmbH has won the 2020 European ERCI Innovation Award for European rail technology in the category "Most Innovative SME". The Saxon engineering company received the distinction for a lightweight CRP bogie frame based on an innovative differential construction method.

The four main components of the system – its longitudinal and transverse members – are made entirely of carbon-fiber-reinforced plastic (CRP). This makes the frame almost 50 percent lighter than conventional metal constructions. It also has excellent ride dynamics.

## Compelling characteristics

The CRP frame, that was developed in only 15 months time, meets all common rail requirements, such as for responses to fire and impact, and makes it possible to integrate sensors for continuous component monitoring and condition-based maintenance. In a cyclical test in accordance with DIN EN 13749, the frame withstood 12 million load cycles at a load level up to 60 percent greater than the normal operating load. This corresponds to a service life of more than 33 years.

The manufacturing process also meets benchmark criteria. All processes are highly automatized in accordance with industry 4.0.

## Application proved and tested

The frame already withstood its baptism of fire in the Cetrovo – the world's first lightweight CRP train. For this project, instigated by China's CRRC (China Railway Rolling Stock Corporation), the world's largest rail-vehicle manufacturer, CG Rail also developed the front cab, car bodies and underfloor cladding, all in carbon-intensive designs.

The Dresden-based company's 27 highly qualified engineers are currently working on the second generation of the CRP frame, among other things. Their key tasks include further reductions in weight and manufacturing costs through specific adaptations of the design and the production process, as well as the integration of sensors. Its debut, in a metro system, is planned for 2021.



Each year, the ERCI – European Railway Clusters Initiative – presents awards for the three best novel developments in rail technology. In addition to the award for the most innovative SME, there is also an award for the most innovative large company and a jury prize for which all applicants are eligible.

**i** CG Rail GmbH, Dresden  
**Prof. Dr.-Ing. Andreas Ulbricht**  
 Geschäftsführer CG Rail GmbH  
 +49 351 416 730 00  
 info@cgrail.de  
 www.cgrail.de

HSA\_comp | Composites im Maschinenbau



Hochschule Augsburg

University of Applied Sciences

## Großformatiger 3D-Druck

Dienstleistungsangebot

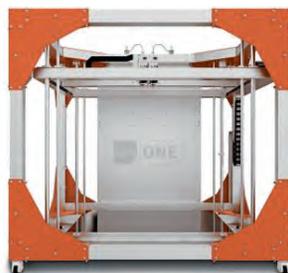
### Bedarf an...

- > Fertigung von Prototypen / Demonstratoren?
- > Komponente für Design-Objekte (Möbel, Lampen, Vasen, etc.)?
- > Bauteilfertigung?
- > Formenbau?

### Leistungsumfang

- > Auftragsbesprechung
- > Aufbereitung der 3D-Daten (STEP => STL)
- > Additive Fertigung der Bauteile
- > Post-Processing: Entgraten, mech. Endbearbeitung, Schleifen, Lackieren / Beschichten (gemäß Absprache)
- > Baugruppenmontage / Funktionstest

Gerät	BigRep One
Technologie	Fused Deposition Molding
Druckkopf	Dual-Extruder
Düsen-Ø	1,0 mm / 0,6 mm
Bauraum	1 m <sup>3</sup>
Auflösung	min. 0,2 mm (Schichthöhe)
Temperaturen	Extruder: max. 250 °C Druckbett: max. 80 °C
Filamente	PLA, PET, TPU, etc.



© BigRep GmbH

**Andreas Baumer, M.Sc.** | Forschungsgruppe HSA\_comp  
 Hochschule Augsburg | An der Hochschule 1 | 86161 Augsburg  
 Tel. +49 821 5586 3664 | andreas.baumer@hs-augsburg.de

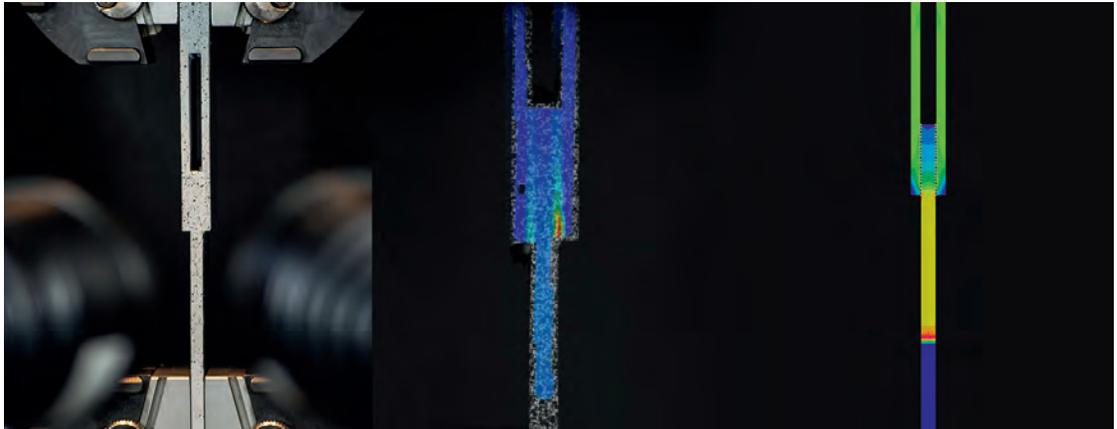
# Müll leichter entsorgen

Sauberere Städte dank E-Abfallflitzern mit gut gefügten Alu- und Faserverbundkunststoffen

Geklebte, doppelt überlappte Zug-scherprobe einer Mischverbindung aus glasfaserverstärktem Kunststoff und Aluminium.

**Links:** Mechanische Prüfung mit optischer Dehnungsmessung.  
**Mitte:** Farblicher Spannungsverlauf während der mechanischen Prüfung.

**Rechts:** Spannung der Fügeverbindung im Simulationstool PAM-Crash



Die sechs Utilitas-Projektpartner sind: Fraunhofer IWS Dresden, Professur für Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung der TU Chemnitz, Marko Pfaff & Co. Spezialfahrzeugbau GmbH, Car systems Scheil GmbH & Co. KG, PROFIL Verbindungstechnik GmbH & Co. KG und EBF Dresden GmbH.

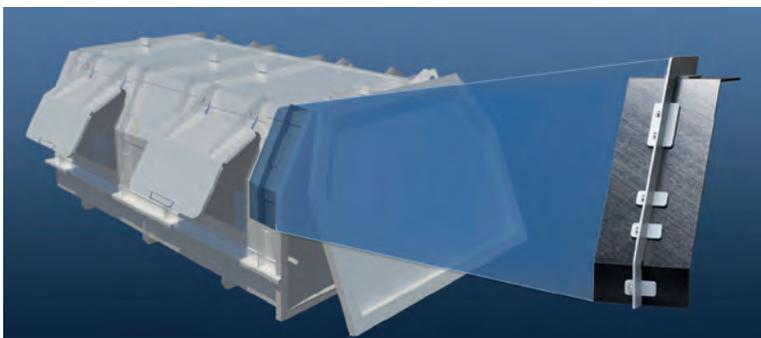
**Elektrische Abfallfahrzeuge stehen für Umweltschutz und bessere Luft. Doch Sie fahren mit schweren Akkus oder Brennstoffzellen und befördern daher meist weniger Abfälle als klassische Mülltransporter. Leichtbaukonzepte könnten das ändern. Dazu trägt das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS mit innovativen Fügezangen bei.**

„Utilitas“ – Ultraleichte Aufbaustrukturen für Nutzfahrzeuge im kommunalen Servicebetrieb – heißt das Gemeinschaftsprojekt. Ziel der Partner ist es, aus Leichtmetallen und Faserverbundkunststoffen Sammelbehälter zu konstruieren, die bei gleicher Beförderungskapazität etwa ein Drittel leichter sind als die Stahlaufbauten klassischer Müllwagen.

## Nachhaltig, preisgünstig, praxisnah

„Wichtig ist, dass die neuen Aufbauten auch in Kleinserien rentabel zu bauen und in Werkstätten vor Ort zügig wieder zu reparieren sind“, betont Annett Klotzbach, Gruppenleiterin am Fraunhofer IWS Dresden. Konstruiert werden diese Behälter aus Aluminiumgerüsten und glasfaserverstärkten Thermoplast-Platten.

Konstruktives Konzept eines Müllsammelbehälters in alternativer Mischbauweise auf Basis von Aluminiumprofilen und Composite-Platten



© EBF Dresden/Fraunhofer-IWS Dresden

Für zuverlässige Verbindungen sorgt die ebenfalls am Fraunhofer IWS entwickelte neuartige Fügetechnologie „HeatPressCool-integrativ“ (HPCi®): Erst raubt ein Laser die Aluminiumbauteile auf. In die dabei entstandenen, etwa 200 Mikrometer tiefen Gräben presst das Werkzeug das Kunststoffbauteil und erwärmt kurz das Metall. Auf der Aluoberfläche schmilzt der Thermoplast, fließt in die Gräben und verankert sich dort beim Erkalten. Nach wenigen Sekunden sind Aluminium und Verbundkunststoff dauerhaft und fest verbunden.

## Vielfältige Einsatzmöglichkeiten

Das neue Fügeverfahren eignet sich laut IWS-Experten auch für Leichtbau in Flugzeugen, Eisenbahnen, Hallen oder Schiffen. Industriekunden wollen HPCi® bei der Produktion von Geschirrspülern und anderen Haushaltsgeräten verwenden. Kompakte HPCi®-Fügezangen können modular an Roboter montiert werden, um schnell eine Leichtbaukleinserie zu starten.

Die ersten elektrischen Mülltransporter mit den neuen Leichtbaubehältern sollen schon bald das urbane Bild – und die Geräuschkulisse – vieler Großstädte mitprägen. „Die Behälter-Prototypen sollen Anfang 2021 fertig sein“, kündigt Ingenieurin Klotzbach an. »Wir gehen davon aus, dass binnen zwei Jahren die ersten Abfallfahrzeuge damit unterwegs sind.«



Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, Dresden

**Dipl.-Ing. Annett Klotzbach**  
Gruppenleiterin Kleben und Faserverbundtechnik

☎ +49 351 83391 32 35

@ annett.klotzbach@iws.fraunhofer.de

🌐 www.iws.fraunhofer.de

# VMM

Die Networker:  
Regional. Medial. Digital.



**VMM**  
DIGITAL

[vmm-digital.de](http://vmm-digital.de)

**VMM**  
WIRTSCHAFTSVERLAG

[vmm-wirtschaftsverlag.de](http://vmm-wirtschaftsverlag.de)

CU-Mitglieder (Stand Dezember 2020)





# 80 PARTNER



## CU-Mitglieder im Heft | CU members in this issue

4cost	9	ITM Institut für Textilmaschinen und textile Hochleistungswerkstofftechnik	36
BaltiCo GmbH	34	IVW Institut für Verbundwerkstoffe GmbH	54
Cevotec GmbH	60	IWS Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik	76
CG Rail GmbH	74	Jetcam International s.a.r.l.	44
Coriolis Composites GmbH	62	Lehrstuhl Keramische Werkstoffe der Universität Bayreuth	35, 37
diondo GmbH	26	LZS Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH	68
DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	39	Mapal Dr. Kress KG	71
Engel Austria	42	Modellbau Arnold GmbH & Co. KG	69
Faserinstitut Bremen e.V.	47	Montanuniversität Leoben, Departement Kunststofftechnik	24
GMA-Werkstoffprüfung GmbH	25	PCCL Polymer Competence Centre Leoben GmbH	70
Gustav Gerster GmbH & Co. KG	53	Reichenbacher-Hamuel GmbH – Scherdel Gruppe	73
herone GmbH	52	Roth Composite Machinery GmbH	48
Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH	40	Schönborner Armaturen GmbH	46
IBT InfraBioTEch GmbH	29	STFI Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.	32, 47, 56
IFB Institut für Flugzeugbau der Universität Stuttgart	66	Swiss CMT AG	58
IKTS Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme	20, 28	Symate GmbH	45
ILK Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden	22, 64	texton	8
Invent GmbH	50	UptimAI	72
ISC Fraunhofer Institut für Silicatforschung	38		

# cu reports 01/2021\*

**Fokus: Bionik | Focus: Bionics**

**Regional, national, global!**

\* **Redaktionsschluss 1. April 2021 editorial deadline**



### CU reports

**Anna-Lea Glocker**

CU Marketing & Communications

☎ +49 821 26 84 11-10

**Elisabeth Schnurrer**

☎ +49 821 364 48

@ cu-reports@t-online.de

🌐 www.composites-united.com

### Media Consulting

**vmm wirtschaftsverlag**

**Barbara Vogt**

Kleine Grottenau 1

86150 Augsburg

☎ +49 821 4405-432

@ b.vogt@vmm-digital.de

🌐 www.vmm-wirtschaftsverlag.de



## IMPRESSUM

ISSN 2699-4534

### Herausgeber | Published by:

Composites United e.V.

Geschäftsstelle | Branch Augsburg:

Alter Postweg 101 | 86159 Augsburg

☎ +49 821 26 84 11-0

Geschäftsstelle | Branch Stade:

Ottenbecker Damm 12 | 21684 Stade

☎ +49 41 41 407 40-0

@ info@composites-united.com

🌐 www.composites-united.com

### Verantwortlich für Herausgabe und Inhalt | Responsible for publication and content:

Composites United e.V. (CU)

Amtsgericht Berlin |

Local Court Berlin

Vereinsregister |

Register of Associations No. 37676

Steuernr. | Tax No. 103 / 107 / 41111

### Präsidiumssprecher |

#### Speakers of Steering Committee:

Prof. Dr. Hubert Jäger,

Prof. Dr. Dieter Meiners

### Geschäftsführer | CEOs:

Alexander Gundling | @alexander.

gundling@composites-united.com

Dr. Gunnar Merz | @gunnar.

merz@composites-united.com

### Redaktion | Editorial staff:

Anna-Lea Glocker (verantwortlich | in charge)

☎ +49 821 26 84 11-10

@ editor@composites-united.com

Elisabeth Schnurrer | Redaktionsbüro Strobl + Adam | Augsburg

☎ +49 821 364 48

@ cu-reports@t-online.de

### Umsetzung und Anzeigen | Making & Marketing:

vmm wirtschaftsverlag

gmbh & co. kg | Augsburg

Barbara Vogt,

Manager Content & Marketing

☎ +49 821 44 05-432

@ b.vogt@vmm-digital.de

🌐 www.vmm-wirtschaftsverlag.de

### Druck | Printing:

Mayer Söhne Druck- und Medien-

gruppe GmbH & Co. KG | Aichach,

www.druckerei-mayer-soehne.de

### Bildnachweis | Picture credits:

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

If not stated otherwise, graphics and pictures in this magazine are provided by CU members.

### Titelbild | Cover:

Leichtbau | Lightweight Eco-System

UCCON von | by TEAMOBILITY

GmbH, Stuttgart. © CU

### Erscheinungsweise | Frequency of publication:

2 x jährlich | two times a year (2020)

### Verbreitung | Distribution:

CU reports ist die Mitgliederzeit-schrift des Composites United e.V. Der Bezug von CU reports ist im Mitgliedsbeitrag des Composites United e.V. enthalten.

CU reports is the members' journal of Composites United e.V. Its acquisition is included in the membership fee of Composites United e.V.

### Haftung | Disclaimer:

Der Inhalt dieses Heftes wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autor\*innen, 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\*die Verfasser\*in.

Whilst every care is taken to provide accurate information, the publishers can not accept liability for errors or omissions, no matter how they arise. Authors take full responsibility for their articles.

### Urheberrecht | Copy right:

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

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted without the prior consent of Composites United e.V.

### Verbreitete Auflage |

Total circulation:

1.500 Exemplare |

1.500 copies

Online:



# WINDKRAFT ANNO 1820.

**MONUMENTS**

**FOR**

**FUTURE**

Denkmale sind Klimaschützer: Denn langlebige, natürliche Materialien und eine positive Gesamtenergiebilanz zeichnen die meisten historischen Gebäude aus.

Auch fortschrittliche und umweltfreundliche Technologien, die heute wieder Vorbildfunktionen einnehmen können, machen Denkmalschutz zu einem Synonym für Nachhaltigkeit.



**Wir erhalten Einzigartiges.  
Mit Ihrer Hilfe!**

Spendenkonto  
IBAN: DE71 500 400 500 400 500 400  
BIC: COBA DE FF XXX, Commerzbank AG

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



**DEUTSCHE STIFTUNG  
DENKMALSCHUTZ**

**Wir bauen auf Kultur.**

# LIGHT CON

23-24 JUNE 2021  
HANNOVER | GERMANY

INTERNATIONAL  
CONVENTION FOR  
LIGHTWEIGHT SOLUTIONS

JOIN US IN  
HANNOVER!

Want to be more  
sustainable?  
Learn why lightweight  
design is essential.

[WWW.LIGHTCON.INFO](http://WWW.LIGHTCON.INFO)



Deutsche Messe



Founding  
Partner