

cu reports

cu
COMPOSITES
UNITED

#02 | 2022

Internationales Mitgliedermagazin
des Composites United

ISSN 2699-4534



FUTURE IS NOW

CU NETWORK

CU aktiv mit Netzwerk-
News und Mitglieder-Infos

7

CIRCULAR ECONOMY

Key Aspect 2022: Lightweight design
works for today and tomorrow

27

COMPOSITES

CU-Mitglieder zeigen ihre
vielfältigen Kompetenzen

39

CUSTOM STEALTH TECHNOLOGY MADE IN GERMANY

COMPOSYST MAKES FAIRINGS INVISIBLE TO RADAR.

COMPOSYST has been designing its own Radar Absorbing Materials (RAM) for over a decade, which enable submarines to remain largely **undetectable**, even above the waterline:

- **Fairings** for inner steel mast structures to **prevent detection** by radar systems
- Complete development and construction of **entire mast systems** made of FRP



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



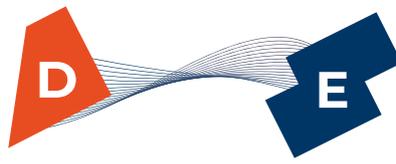
MEDICAL
TECHNOLOGY



DESIGN



3D PRINTING



Sehr geehrte Mitglieder,

pünktlich zur Mitgliederversammlung liegt Ihnen hier der zweite CU reports 2022 vor. Auch dieses Vorwort mussten wir in einer politisch und wirtschaftlich angespannten Lage schreiben. Die Corona-Pandemie ist etwas in den Hintergrund gerückt, dafür stellen sich nun existenzielle Fragen in der Energie- und Ressourcenversorgung.

Leichtbau ist in diesem Zusammenhang eine wichtige Schlüsseltechnologie. Erneuerbare Energien benötigen die Faserverbundtechnologie, Windenergie etwa, um die immer länger werdenden Rotorblätter einzusetzen, und Wasserstoff wird bevorzugt in carbonfaserverstärkten Kunststoffbehältern gelagert. Wichtig für Leichtbau-Anwendungen sind gute Recyclingkonzepte. Besonders die Windenergie, ein Wachstumsmarkt für Composites, erfordert etablierte kreislauffähige Lösungen. Der Composites United ist strategisch so ausgerichtet, dass er auch diese aktuellen Herausforderungen adressiert: Klimaschutz, nachhaltige Produktion und Kreislaufwirtschaft sowie Energie- und Ressourcenknappheit. Als gleichrangiges Anwendungsgebiet kam jetzt die Verteidigungstechnik dazu.

Das CU-Team plant bereits für das Jahr 2023. Unter anderem haben die Vorbereitungen für die JEC World und die LightCon 2023 begonnen. „Lightweight design as the answer to energy and material scarcity“ ist das Motto der zweiten LightCon am 13. und 14. Juni 2023 in Hannover, mit Polen als Partnerland.

Auch in diesem CU reports finden Sie wieder spannende Beiträge aus Ihren Reihen und vom Composites United, unter anderem Rückblicke auf die 10-Jahresfeiern von MAI Carbon und CU Ost, eine Vorstellung unserer Arbeit im Bereich der MINT-Förderung und weitere Nachrichten aus dem Netzwerk.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen und freuen uns, Sie bald wieder persönlich auf einer unserer Veranstaltungen zu treffen.

Dear members,

just in time for the general meeting, you have now received the second CU reports 2022. Again, we had to write this foreword in a politically and economically tense situation. The Corona pandemic has receded somewhat into the background, but existential questions are now being asked in the area of energy and resource supply.

In this context, lightweight design is an important key technology. Renewable energies need fiber composite technology, wind energy, for example, to use the ever-longer rotor blades, and hydrogen is preferably stored in carbon fiber-reinforced plastic containers. Good recycling concepts are important for lightweight design applications. Wind energy in particular, a growth market for composites, requires established recyclable solutions. Composites United is strategically aligned to also address these current challenges: Climate protection, sustainable production and circular economy as well as energy and resource scarcity. Defence technology has now been included as an equally important application area.

The staff of Composites United is already in the planning stage for the year 2023, e.g. preparations have begun for JEC World and LightCon 2023. „Lightweight design as the answer to energy and material scarcity“ is the motto of the second LightCon on June 13 and 14, 2023 in Hannover, where Poland will be the partner country.

In this CU reports you will again find exciting contributions from your ranks and from Composites United, including reviews of events such as the 10th anniversary celebrations of MAI Carbon and CU Ost, a presentation of our work in the field of STEM promotion and other news from the network.

We hope you enjoy reading this issue and look forward to meeting you in person at one of our events soon.

Ihr Leadership-Team | Your Leadership-Team



Prof. Dr. Klaus Drechsler



Dr. Gunnar Merz



Dr. Tjark von Reden

4 INHALT



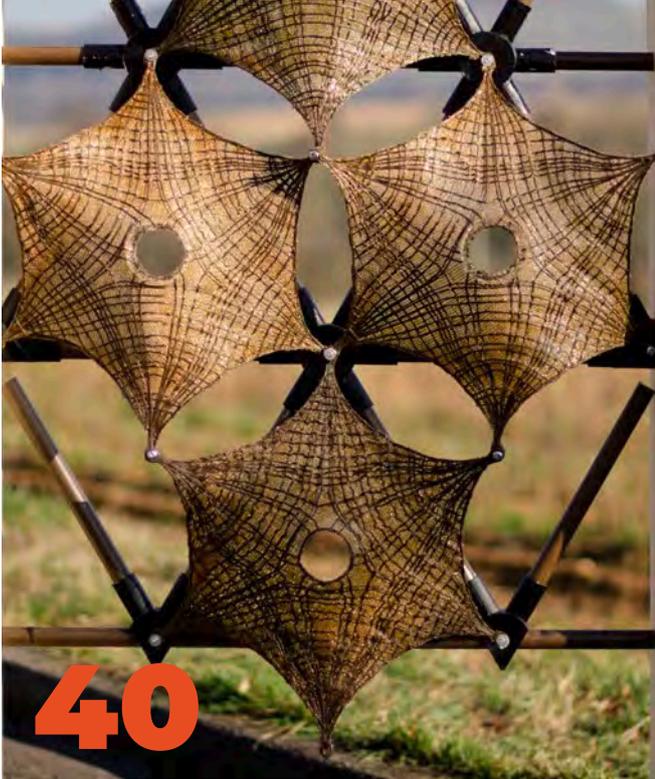
- 3 Vorwort | Editorial
- 6 Kompozyt Expo Krakau | Kraków 2022
- 7 **NETZWERK | NETWORK**
 - CU aktiv | CU active
 - 8 10 Jahre CU Ost – CU Ost 10th anniversary
 - 9 10 Jahre MAI Carbon – MAI Carbon 10 years jubilee
 - 10 CU-Experimentierkoffer – CU experiment case | JuMaMi-Workshops mit Roboter-Rennen
 - 11 JuMaMi workshops with robot racing
 - 12 Niedersachsens Wirtschaftsminister zu Gast – Lower Saxony's Economics Minister visits CFK Nord
 - 13 NRW-Landtagsabgeordneter im DLR-WF – Member of state parliament visits Cologne's DLR-WF
 - 14 Werkstoffplattform HyMat
 - 15 HyMat materials platform | Bildungs- und Personalnetzwerk SIAT – SITA education and HR network
 - 16 Jour fixe von CU und CU West – Jour fixe of CU and CU West
 - 17 CU Innovation Day „Faserverbund-Leichtbau in Thüringen“ – CU Innovation Day: “Fiber Composite Lightweight Design in Thuringia”
 - 18 CU Innovation Day „Composites in Sportgeräten“ – CU Innovation Day “Composites in Sports Equipment”
 - 19 CU Innovation Day “Composite Repair 2022”
 - 21 Carbon bei der Kanuslalom-WM 2022 – Carbon at the 2022 World Canoe Slalom Championships
 - 22 Ceramic Composites Forschungsprojekte 2018–2022 – Ceramic Composite's CMC research projects
 - 23 CU Knowledge für CU-Mitglieder – CU knowledge for CU members | Podcast CU People | CU auf der JEC World Paris 2023 – CU at JEC World Paris 2023
- Interview**
- 24 Quer und hoch – Wandhalter aus GF-Verbundwerkstoff in Fassadensanierung zugelassen | Interview mit Mike Bucher, Vorstandsvorsitzender Schöck AG
- CU informiert | CU informs**
- 26 Termine – Dates 2022/2023 | CU Trainings 2023

27 FOKUS | FOCUS

- Kreislaufwirtschaft | Circular Economy**
- 28 Deutsch-japanische Kooperation – Gemeinschaftsprojekt HiPeR
- 29 German-Japanese Cooperation – Joint project on High Performance Recycled Carbon Fiber Materials
- 30 Heureka NeuRecA – SMC-Halbzeuge auf rCF-Basis für strukturelle Hochtemperatur-Anwendungen
- 31 CFRP recycling – SMC semi-finished products based on rcf for structural high-temperature applications
- 32 Neo-Ökologie – Papiertechnik reduziert CO₂-Footprint und recycelt Trendwerkstoff Carbon
- 33 Fügen statt Entsorgen – Kontinuierliches Recycling von Organoblechverschnitten
- 34 Young hopefuls – Wind turbine blades in the focus of circular economy performance
- 35 Kaskadenmodell – Weiternutzen von Monomaterial
- 36 Yes, we can – Addressing the needs of carbon fibre industry and environment
- 37 Lifetime extension – Extending the lifetime of composites to prevent waste
- 38 Closing the loop – Establishing circular approaches for carbon and glas fibre composites

39 MITGLIEDER | MEMBERS

- Bau | Construction**
- 40 Flugzeugbau trifft Architektur – Maßgeschneiderte Bio Composite Strukturen für Architektur dank TFP
- 41 Aviation meets architecture – TFP makes for tailored oranic composite structures in architecture
- 42 Für einen Baustoff der Zukunft – Individuelle Beratung für nichtmetallische Betonbewehrung
- 43 Carbonbeton in der Instandsetzung – Vielfältige Anwendungen auch außerhalb der Verstärkung
- 44 Composites statt Stahl – FVW-Leichtbau im Bauwesen spart CO₂, schont Ressourcen und ist nachhaltig
- 45 Integrativer Experimentalbau – Carbonbeton-Pionier besucht CUBE, das weltweit erste Gebäude aus Carbonbeton



Digitalisierung | Digitalization

- 46 Fräsen von CMC – Finishing von CMC-Bauteilen mit geometrisch bestimmter Schneide
- 47 Composites 4.0 – How digital transformation is changing the production of lightweight parts

Forschung + Entwicklung | Research + Development

- 48 Sandwich auf Pilzbasis – Nachhaltige Naturfaser-Pilzmycel-Verbunde für Sandwichstrukturen
- 49 Sandwich based on fungi – Sustainable composites from natural fibers and fungal mycelium
- 50 Merkt sich was – CF-Datenträger: Carbonfasern zur Datenspeicherung im Laminat
- 51 Just remember – CF data carrier: Carbon fibers for data storage in the laminate
- 52 Weniger ist mehr – Vermeidung von Fertigungsabfällen bei der Vakuuminfusion
- 53 Vom Gras zum Demonstrator – Erfolgreiches Forschungsprojekt zu bio-basierten Composites
- 54 Gebündelte Textil-Kompetenz – 30 Jahre STFI
- 55 Bundled textile competence – 30 years of STFI

Material | Materials

- 56 Wir müssen, wir können – Nachhaltigkeit von Composites
- 57 Carbonfasern aus Holz – Carbonfasern aus den Biopolymeren Zellulose und Lignin
- 58 Bio statt Petro – Stereokomplex-PLA-Blend für technische Fasern aus Biopolymeren
- 59 Organic replaces petro – Stereocomplex PLA blend for technical fibers made from biopolymers
- 60 Aufbau-Arbeit – CF/AR/Thermoplast-Composites mit skalierbaren Eigenschaftskombinationen
- 61 Cryogenic testing of composites – Challenges and safety aspects in cryogenic testing

Mobilität | Mobility

- 62 Der Weg zum emissionsfreien Fliegen – Kryogenes Wasserstoff-Kühlsystem für Leichtbau-Axialflussmotoren
- 63 Völlig isoliert – Neu entwickelte Faserverbund-Metall-Zahnkupplung
- 64 Effizientere E-Motoren – Funktionalisierte Polymere in E-Motoren
- 65 Enhanced electric engines – Functionalized polymers in electric engines
- 66 Intelligent und leicht – Carbon-Drehgestellrahmen mit Structural-Health-Monitoring-System

Produktion | Production

- 67 Vom falschen Versagen – Zugprüfung von Faser-Kunststoffverbunden entsprechend ISO 527-4:2021
- 68 Packende Neuigkeiten – FiberTec 3D für automatisierte Roboteranwendungen
- 69 Stacks ohne Ende – Modulare Stacker-Unit
- 70 Punktgenaue Zuarbeit – Modulares Maschinen- und Dienstleistungsangebot
- 71 Weiter so – Lehrstuhl Produktionstechnik
- 72 Unter Druck in Bestform – Fließpressverfahren für FVK-Formteile
- 73 Making Composite AM More Sustainable – Additive manufacturing makes structural composites greener and more energy efficient
- 74 Von Heavy Metal zu Leichtbau – Neue Online-Plattform „Open Fiber Systems“

Recycling

- 75 Teilchen-Kunde – Stäube beim mechanischen Recycling faserverstärkter Thermoplaste
- 76 Harter Knochen – Mechanisches Recycling von in-situ pultrudierten PA6-Profilen
- 77 Tough bone – Mechanical recycling of in-situ pultruded PA6 profiles

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



Hier geht's zur Online-Ausgabe
Ihres CU reports 02/22 |
Scan this for the online edition
of your CU reports 02/22



Kompozyt Expo Krakau | Kraków 2022

Erster deutsch-polnischer Gemeinschaftsstand

Ein voller Erfolg war der erste gemeinsame Stand des Polish Cluster of Composite Technologies (PKTK) und des Composites United (CU) e.V. auf der Kompozyt Expo in Krakau im September 2022. Die Fachmesse ist eines der wichtigsten Branchentreffen der Composite-Industrie in Polen und Mitteleuropa.

First German-Polish joint booth

A great success was the first joint booth of Polish Cluster of Composite Technologies (PKTK) and Composites United (CU) e.V. at the trade fair Kompozyt Expo in Kraków in September 2022. This fair is one of the most important meetings for the composites industry in Poland and Central Europe.



Passt gut: CU und PKTK bündeln künftig ihre Kräfte

Fits well: CU and PKTK join forces in the future

CU und PKTK kooperieren, um Europa als starken Standort für faserbasierten multimaterialen Leichtbau zu positionieren. Auch erleichtern sie ihren Mitgliedern den gegenseitigen Marktzugang und die Suche nach Kooperationspartnern. Erstmals organisierten die beiden am 28. und 29. September 2022 auf der Kompozyt Expo in Krakau gemeinsam einen Messestand mit 19 Unterausstellern aus Wissenschaft und Industrie. Alle waren begeistert von Messe, Austausch, Expertenworkshops und Vortragsprogramm zu „Hydrogen – Composite – Future“. Neben Wasserstofftechnologien ging es um Recycling und Nachhaltigkeit sowie F&E in Bauwesen, Sport und Freizeit.

CU cooperates with PKTK to position Europe as a strong location for fiber-based multi-material lightweight design, simultaneously facilitating mutual market access and the search for cooperation partners for their members. The approximately 100 members of Polish top cluster PKTK are active along the entire fiber composite value chain.

For the first time PKTK and CU organized an exhibition booth with 19 sub-exhibitors from science and industry at the Kompozyt Expo in Krakow on September 28 and 29, 2022. They were enthusiastic about the event, the intensive exchange as well as the expert workshops and the accompanying lecture program “Hydrogen – Composite – Future”. In addition to hydrogen technologies, further focus lay on fiber composites in construction, sports and leisure applications, as well as recycling and sustainability.

The German-Polish cooperation was also well received by representatives of politics and European institutions. Tomasz Salomon from the Polish Ministry of Economic Development and Technology, Dr. Lars Gutheil (German-Polish Chamber of Industry and Commerce) and Dr. Rainer Müller (Germany Trade and Invest) signaled their support for both associations.

The next joint event highlight is already being planned: LightCon, the congress trade show for lightweight solutions, will be held at the Hannover Exhibition Center on June 13 and 14, 2023. CU and Deutsche Messe AG will co-organize the event, motto is “Lightweight design as the answer to energy and material scarcity”, partner country will be Poland. For more information please visit online www.lightcon.info/en/

Die deutsch-polnische Kooperation fand auch bei Vertretern aus Politik und europäischen Institutionen viel Zuspruch. Tomasz Salomon vom polnischen Ministerium für wirtschaftliche Entwicklung und Technologie, Dr. Lars Gutheil (Deutsch-Polnische Industrie- und Handelskammer) sowie Dr. Rainer Müller (Germany Trade and Invest) signalisierten beiden Verbänden ihre Unterstützung.

Das nächste gemeinsame Event-Highlight ist die LightCon, die Kongressmesse für Leichtbaulösungen, am 13./14. Juni 2023 in Hannover, organisiert von CU und Deutsche Messe AG. Partnerland ist Polen, das Motto lautet „Lightweight design as the answer to energy and material scarcity“. Weitere Informationen finden Sie unter: www.lightcon.info.

i Composites United (CU)
Martin Kretschmann
☎ +49 30 959 98 88-14 | +49 175 735 34 36
@ martin.kretschmann@composites-united.com
🌐 www.composites-united.com





NETWORK



Wichtiger denn je

Cluster CU Ost feiert 10-jähriges Jubiläum

Zehn Jahre ist der Cluster CU Ost bereits aktiv, das feierten Mitglieder und Freunde am 13. Juli 2022 im Rahmen des diesjährigen Sommergrillens. Im Februar 2012 hatten 15 Unternehmen und Forschungseinrichtungen das regionale Netzwerk mit Sitz in Dresden gegründet, um den industriellen Durchbruch von Hochleistungs-Verbundwerkstoffen weiter voranzutreiben.

Als regionale Interessensvertretung trägt der Cluster CU Ost die Aktivitäten des Composites United e. V., einem der weltweit größten Netzwerke für faserbasierten multimaterialien Leichtbau. Seit einem Jahrzehnt vernetzt der CU Ost nun schon Forschung und Industrie im Bereich des faserbasierten multimaterialien Leichtbaus. Der Kompetenzcluster und seine inzwischen knapp 70 Mitglieder fördern den Know-How-Transfer und entwickeln Leichtbaulösungen der Zukunft.

Die Jubiläumsfeier fand im Rahmen des traditionellen gemeinsamen Sommergrillens von CU Ost und Fachnetzwerk CU Bau statt. Mehr als 60 CU-Mitglieder aus Industrie und Forschung sowie Gäste von Partnernetzwerken und Institutionen genossen das Doppel-Event am 13. Juli 2022 im Waldbadhaus Weixdorf bei Dresden.

Clustergeschäftsführer Dr. Thomas Heber bedankte sich bei der Gelegenheit bei allen Mitgliedern und Partnern für die fruchtbare Zusammenarbeit im Netzwerk und hob dabei das Engagement der vielen ehrenamtlich tätigen Vorstände sowie der Leiterinnen und Leiter der vielfältig aktiven CU-Arbeitsgruppen hervor.

Wie sehr der CU Ost in der Region verankert ist, betonte Prof. Dr. Jens Ridzewski von der IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Vorstandsvorsitzender des CU Ost und Gründungsvorstand des Clusters: „Mit der Gründung des regionalen Clusters vor zehn Jahren hat die Faserverbundindustrie in unserer Region [...] Interessen und Kompetenzen gebündelt und damit gestärkt.“

i Composites United (CU) | CU Ost
Dr. Thomas Heber, Clustergeschäftsführer |
 Managing Director CU Ost
 +49 351 44 69 60 74
 thomas.heber@composites-united.com
 www.cu-ost.com

Die Jubiläumsgäste waren auch gleich das Premierenpublikum für die Vorstellung des neuen CU Ost-Imagefilms. In dessen Fokus stehen die Mitglieder des CU Ost und ihre Arbeit an hochinnovativen Technologien für faserbasierten Multi-Material-Leichtbau. Das ist vor dem Hintergrund aktueller Themen wie Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Ressourcenschonung heute wichtiger denn je.



The anniversary guests were also the premiere audience for the presentation of the new CU Ost image film. It focuses on the members of CU Ost and their work on highly innovative technologies for fiber-based multi-material lightweight design. Against the backdrop of current issues such as sustainability, climate protection and resource conservation, this is more important today than ever before.



Oben: Gäste in Feierlaune. Unten: Dr. Thomas Heber, Clustergeschäftsführer CU Ost, Roy Thyroff, Netzwerkgeschäftsführer CU Bau, und Prof. Dr. Jens Ridzewski, Vorstand CU Bau und CU Ost (v.l.n.r.)
 Above: Guest enjoying themselves. Down: Dr. Thomas Heber, managing director CU Ost, and Roy Thyroff, managing director CU Bau, Prof. Dr. Jens Ridzewski, chairman of the board of CU Bau and CU Ost executive board (l.t.r.)

More important than ever

Cluster CU Ost celebrates 10th anniversary

The CU Ost cluster has been active for ten years, a fact that members and friends celebrated on July 13, 2022. It was in February 2012 that 15 companies and research institutions founded the Dresden based regional network in order to drive forward the industrial breakthrough of high-performance composites.

As a regional interest group, the CU Ost cluster is part of Composites United e. V., one of the world's largest networks for fiber-based multi-material lightweight design. For a decade now, CU Ost has been networking research and industry in multimaterial fiber-based lightweight design. The competence cluster and its now almost 70 members promote the transfer of know-how and develop lightweight design solutions of the future.

The anniversary celebration was accompanied by the traditional joint summer barbecue of CU Ost and CU Bau. More than 60 CU members from industry and research as well as guests from partner networks and institutions enjoyed the double event on July 13, 2022 at the Waldbadhaus Weixdorf near Dresden.

Dr. Thomas Heber, managing director of the CU Ost cluster, thanked all members and partners for the fruitful cooperation, highlighting the commitment of the many voluntary board members and the heads of the many active CU working groups. Prof. Dr. Jens Ridzewski of IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, chairman of the board and co-founder of CU Ost, emphasized how firmly anchored CU Ost is in the region:

“With the founding of the regional cluster, the fiber composite industry in our region [...] has bundled and thus strengthened interests and competencies.”

Herzlichen Glückwunsch, MAI Carbon

Jubiläumsbier
Jubilee beer



Spitzencluster feiert zehn erfolgreiche Jahre und stellt Weichen für die Zukunft

Sein zehnjähriges Bestehen feierte der CU-Spitzencluster MAI Carbon am 7. Juli 2022 im Technologiezentrum Augsburg. Eingebettet war die MAI Carbon Mitgliederversammlung, u.a. mit Vorstandswahlen.

Seit Gründung des mit öffentlichen Mitteln geförderten Spitzenclusters machten die intensiven Aktivitäten von MAI Carbon und seinen Mitglie-

dern im Forschungs- und Entwicklungsbereich Bayern zu einem global sichtbaren und auch international sehr gut vernetzten Innovationstreiber im faserbasierten Leichtbau.

Unter den rund 85 Gästen waren auch zahlreiche Vertreterinnen und Vertreter aus Politik und Wirtschaft. Ein Grußwort sprach u.a. Werner Loscheider, Referatsleiter im BMWK, Keynote-Vorträge hielten Hanno Pfit-

zer und Thomas Hogger von der BMW Group zum Projekt MAI Skelett sowie Hannes Aigner, carbonaffiner Weltmeister im Einer-Kajak.

Außerdem wählten die Mitglieder von MAI Carbon für die nächsten zwei Jahre einen neuen Vorstand: Ralph Hufschmied, Jan-Christoph Arent, Joachim Starke, Markus Feiler und Swen Zarembo. ■



Vorstandsvorsitzender Ralph Hufschmied (re.) und Clustergeschäftsführer Sven Blanck (li.) begrüßen die Gäste

Chairman of the board Ralph Hufschmied (r.) and cluster manager Sven Blanck (l.) welcome members and guests



„Wir sind stolz“, so Eva Weber, Oberbürgermeisterin der Stadt Augsburg, „mit MAI Carbon einen echten Leuchtturm in Augsburg zu haben.“ Denn: „Leichtbau und Carbonfasertechnologie ermöglichen enorme Energieeinsparungen und damit aktiven Klimaschutz.“

Eva Weber, first mayor of the City of Augsburg, is “proud to have MAI Carbon here in Augsburg, a real beacon in lightweight design and carbon fiber technology. These fields are more topical than ever, they enable enormous energy savings and thus active climate protection.”

Dr. Fabian Mehring, Abgeordneter im Bayerischen Landtag, betonte: „MAI Carbon steht für Spitzeninnovation aus Bayern. Kohlenstoffverstärkte Kunststoffe wurden zu einer der bedeutendsten Werkstoffgruppen des 21. Jahrhunderts – und Bayern zum ‚Carbon Valley‘ Europas und der Welt“.



Dr. Fabian Mehring, member of the Bavarian state parliament, emphasized: “MAI Carbon stands for top innovation from Bavaria. Carbon fiber reinforced plastics is one of the most important material groups of the 21st century – and Bavaria became the ‘Carbon Valley’ of Europe and the world.”

i Composites United (CU) | MAI Carbon
Sven Blanck, Clustergeschäftsführer |
 Managing Director MAI Carbon
 ☎ +49 821 26 84 11-15
 @ sven.blanck@mai-carbon.de
 🌐 www.mai-carbon.de

Congratulations, MAI Carbon

Leading-edge cluster celebrates ten successful years and sets course for the future

The MAI Carbon Leading-Edge Cluster celebrated its 10th anniversary at the Augsburg Technology Center on July 7, 2022. Embedded was the MAI Carbon general meeting which elected a new board of directors.

Since the publicly funded leading-edge cluster was funded in 2012, the intensive activities of MAI Carbon and its members in the field of research and development have made Bavaria

a globally visible driver of innovation in fiber-based lightweight design that is also very well networked internationally.

Among the approximately 85 guests were numerous representatives from politics and industry. Werner Loscheider, head of division at the German federal ministry of economic affairs (BMWK), gave a welcoming address, while keynote speeches were given by Hanno Pfitzer and Tho-

mas Hogger from the BMW Group on the MAI Skeleton project, as well as by sportsman Hannes Aigner, carbon-affine world champion in single-man kayaking.

In addition, within the MAI Carbon general assembly, taking place at the same time, the cluster members elected a new board for the next two years: Ralph Hufschmied, Jan-Christoph Arent, Joachim Starke, Markus Feiler and Swen Zarembo. ■

Märchenhafte Faser-Welt

Mit CU-Experimentierkoffer bei der Langen Nacht der Wissenschaften

In der Dresdner Langen Nacht der Wissenschaften stellte der Cluster CU Ost Faserverbundtechnologien live vor. Jung und Alt erlebten hautnah, wie ein Bauteil aus faserverstärktem Kunststoff entsteht.

Die „Märchenhafte Welt der Kohlenstofffasern“ erlebten Gäste an mehreren Stationen im Research Center Carbon Fibers Saxony. Wo sonst die beiden CU-Mitglieder Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) sowie Institut für Textilmaschinen und textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden forschen, lud in dieser Nacht Dr. Christoph Irmner ein, Forschung interaktiv zu erleben und dazuzulernen.

Der Leichtbau-Ingenieur stellte im Namen von CU Ost und juniorIng. Sachsen e. V. Faserverbunde her. Alles Nötige hatte er in seinen selbst entwickelten CU Ost-Experimentierkoffern dabei: Materialien, Vorrichtungen, Anleitungen und Schutzausrüstung. Gespannt verfolgten vor allem auch jüngere Gäste Irmners begeisterte Demonstration von Handlaminieren und Vakuuminjektion mit UV-Härtung, Prepreg-Pressen und einige mehr. ■



CU-Mitglieder können die Experimentierkoffer in der Geschäftsstelle des CU Ost ausleihen.

CU members are welcome to borrow the experiment kits at the CU Ost office.



Spielerisches Kennenlernen verschiedener Werkstoffe am Leichtbau-Parcours

Playful learning about different materials on the lightweight design course

A fairytale world of fibers

Composites live with CU experiment case at the Dresden Science Night

During Dresden Science Night, CU Ost offered live first-hand experience on fiber composites technology.

Guests dived into the “Fairytale World of Carbon Fibers” at several stations in the Research Center Carbon Fibers Saxony. At the ‘research home’ of the two CU members Institute of Lightweight Engineering and Polymer Technology (ILK) and the Institute of Textile Machinery and High-Performance Material Technology (ITM), Dr. Christoph Irmner now invited to interactively experience research and to learn more.

The lightweight engineer presented various technologies for the production of fiber composites on behalf of CU Ost and juniorIng. Sachsen e. V. He had everything he needed with him in his portable CU Ost experiment cases, developed by himself: materials, jigs, instructions, and protective equipment. Younger visitors in particular followed with great interest Irmner’s enthusiastic demonstration of e.g. vacuum injection with UV curing. ■

i Composites United (CU) | CU Ost
Dr. Thomas Heber, Clustergeschäftsführer |
 Managing Director CU Ost
 +49 351 44 69 60 74
 @ thomas.heber@composites-united.com
 www.cu-ost.de

Roboter-Rennen und viel, viel mehr

JuMaMi-Angebote des CU sind bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen sehr beliebt

Mit großer Begeisterung ließen 29 Kinder und Jugendliche am 04. Juli 2022 in der Solarhalle Stade ihre selbst entworfenen Roboter gegeneinander antreten. Das Event war Teil des Projekts „JuMaMi – Jugend macht MI(N)T“. Die vom CU mitgetragene Initiative veranstaltet in Kooperation mit außerschulischen Einrichtungen und der Jugendpflege vor Ort regelmäßig betreute MINT-Bildungsangebote.

Jedes der sieben Teams des Roboter-Rennens hatte im Vorfeld einen Löt-koffer erhalten und den Bausatz für einen fahrbaren Untersatz. Daraus machten die Nachwuchsforscher und -forscherinnen dann in freier Arbeit kreative und innovative Roboter mit Namen wie „Schnelle Maus“, „Love Iceland“ oder „Olaf“. JugendpflegerInnen begleiteten das Projekt vor Ort, bei technischen Fragen halfen fünf Mechatronik-Studierende vom CU-Mitglied hochschule 21.

Schlau, schnell, nachhaltig

Im Wettbewerb mussten alle Roboter möglichst schnell einen vorgegebenen Parcours bewältigen. „Speedy MK1“ des Teams aus Horneburg machte seinem Namen alle Ehre und fand autonom als schnellster ins Ziel.

Neben den drei schnellsten Robotern wurden auch das nachhaltigste Modell sowie das beste Design prämiert. Der Umweltpreis für das nachhaltigste Modell ging an den Buxtehuder Tetrapack-Roboter „Uwe“. Über den Designpreis entschied das Publikum, dem der Roboter „Unschlagbare Natur“ vom Team Stade mit seinem Mix aus Miniaturauto, Spielfigur, Seestern und Delfin am besten gefiel.

Nachwuchsförderung

Die jugendlichen Forscherinnen und Forscher sind die Fachkräfte von morgen, das unterstützen Industrie und Wissenschaft aus Überzeugung. Die

diesmaligen Preise zum Beispiel stifteten Schill + Seilacher „Struktol“ GmbH, Volksbank Stade sowie die NDB GmbH. Echte Roboter gab es am Rand der Wettkampfarena ebenfalls zu bestaunen, bereitgestellt von DLR und Fraunhofer IFAM.

Der spielerische Zugang zu den MINT-Themen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik soll bei Jungen und Mädchen frühzeitig entsprechende Berufswünsche wecken. Dafür veranstalten die Projektpartner spannende Thementage ebenso wie Experimentier- oder Programmierworkshops für Jugendpflegerinnen und -pfleger.



*Roboterwettbewerb in der Stader Solarhalle
Robotics competition in Stade's solar hall*



*Crushed Ice und Salz für leckeres Orangeneis
Crushed ice and salt for delicious orange ice cream*

Jugendpflege für mehr MINT

Sie tüfteln, löten und experimentieren, um noch besser Kinder und Jugendliche für die MINT-Fächer begeistern zu können. „Essbare Kristalle, elektrisch leitfähige Knete oder selbstgemachtes Eis ohne Eismaschine kamen bei den Teilnehmenden gut an“, freut sich Katharina Lechler vom CU, die gemeinsam mit Gönke Lengsfeld vom Bildungsbüro und Yvonne Schink von der hochschule 21 erneut die beliebten Workshops organisierte. ■



JuMaMi – Jugend macht MI(N)T! wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Robot racing and so much more

CU's JuMaMi offers are very popular with children, youngsters and adults alike

With great enthusiasm, 29 children and youngsters sent their self-designed robots racing against each other in the Solarhalle Stade on July 04, 2022. The event was part of the BMBF-funded project “JuMaMi – Jugend macht MI(N)T“. Co-sponsored by CU, the initiative plans and organizes STEM education programs.

With each given a soldering kit and a kit for a mobile base, the young researchers of seven teams worked freely to make creative and innovative robots with names such as “Schnelle Maus“ (Fast Mouse) or “Olaf“. Youth workers accompanied the project on site, and five mechatronics students from CU member hochschule 21 helped with technical questions.

Smart, fast, sustainable

In the competition, all robots had to master a given course as quickly as possible. “Speedy MK1“ from team Horneburg lived up to its name and was the fastest to reach the finish line.

The environmental prize for the most sustainable model went to the Buxtehude tetrapack robot “Uwe“. The design prize was decided by the public, who liked best the robot “Unbeatable Nature“ from Team Stade, with its mix of miniature car, play figure, starfish and dolphin.

Promotion of young talents

The young researchers are the skilled workers of tomorrow. Industry and science support this with conviction. This year's prizes, for example, were donated by Schill + Seilacher “Struktol“ GmbH, Volksbank Stade, and NDB GmbH. Real robots were also on display at the edge of the competition arena, provided by DLR and Fraunhofer IFAM.

The playful approach to the MINT (German for STEM) topics mathematics, computer science, natural sciences and technology is intended to awaken corresponding career aspirations in boys and girls early on. To this end, the project partners organize exciting theme days as well as experimentation or programming workshops for youth care workers.

Youth care for more STEM

Edible crystals and ice cream from the bag can get children and young people even more excited about STEM subjects. “Workshops were very well received“, said a delighted organ trio Katharina Lechler from CU, Gönke Lengsfeld from Bildungsbüro, and Yvonne Schink from hochschule 21. ■



Composites United (CU) | CU Nord
Katharina Lechler

+49 821 26 84 11-05

katharina.lechler@composites-
united.com

www.composites-united.com

www.bildungslotse.info

JuMaMi – Jugend macht MI(N)T! is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF).

Es geht voran

Niedersächsischer Wirtschaftsminister besucht Forschungszentrum CFK Nord in Stade

Im Forschungszentrum CFK NORD in Stade verschaffte sich Dr. Bernd Althusmann, Niedersachsens Minister für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, einen persönlichen Eindruck vom Bereich carbonfaserverstärkte Kunststoffe. Wichtige Punkte auf der Agenda waren Klimaschutz und die Energiekrise.

Hohen Besuch aus der Politik erhielt das Forschungszentrum CFK NORD in Stade am 22. August 2022. Der niedersächsische Minister für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung sowie stellvertretender Ministerpräsident, Dr. Bernd Althusmann, war an diesem Montag gemeinsam mit den beiden Landtagskandidatinnen Birgit Butter und Melanie Rost-Reinecke der Einladung des CDU-Kreisverbandes Stade gefolgt.

 Composites United (CU) | CU Nord
Dr. Bastian Brenken, Clustergeschäftsführer | Managing Director CU Nord
 ☎ +49 4141 407 40-15
 @ bastian.brenken@composites-united.com
 🌐 www.composites-united.com

Die drei informierten sich an dem hochmodernen Forschungsstandort u. a. über Entwicklung, Fertigung und Montage von carbonfaserverstärkten Kunststoff-(CFK-)Bauteilen. Gastgeber waren das Cluster CU Nord des Composites United (CU) e.V., das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) sowie das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM).

Dr. Bastian Brenken, Managing Director des CU Nord, unterstrich eingangs die Rolle des Leichtbaus als Schlüsseltechnologie für die industrielle Transformation und damit für Klimaschutz und Nachhaltigkeit. Beim anschließenden Rundgang besichtigte die Delegation um Althusmann zunächst das DLR-Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie (ZLP) mit seinen multifunktionalen Großanlagen. Am Fraunhofer IFAM informierte sich der Minister dann über die Forschung und Entwicklung zum automatisierten Handling großer Leichtbaustrukturen.

In der abschließenden Runde diskutierten etwa 30 geladene Delegier-

te regionaler Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit Dr. Althusmann über aktuelle Herausforderungen. Der Minister zeigte sich dabei beeindruckt von der Innovationskraft und den gebündelten Kompetenzen in der Stader Region. Diese zukunftsorientierte Forschung hält auch er für zentral, um Norddeutschland als Technologiestandort sowie als Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Windenergie und Schifffahrt auszubauen und weiter zu stärken. ■



Dr. Bastian Brenken empfängt im Forschungszentrum CFK NORD in Stade die Landtagskandidatinnen Birgit Butter und Melanie Rost-Reinecke sowie Minister Dr. Bernd Althusmann (v.l.n.r.)

Dr. Bastian Brenken welcomes politicians Birgit Butter, Melanie Rost-Reinecke and Dr. Bernd Althusmann at the CFK NORD research center in Stade (f.l.t.r.).

Moving forward

Lower Saxony's Economics Minister visits CFK Nord research center in Stade

At the CFK NORD research center in Stade, Dr. Bernd Althusmann, Lower Saxony's Minister of Economic Affairs, Employment, Transport & Digitalisation, gained a personal impression of the carbon fiber reinforced plastics sector. The most important items on the agenda were climate protection and the current energy crisis.

On 22 August 2022, the CFK NORD research center in Stade was visited by a high-ranking political figure: Dr. Bernd Althusmann, Lower Saxony's Minister of Economic Affairs, Employment, Transport and Digitalisation, and Deputy Prime Minister, came by together with the two candidates for the state parliament, Birgit Butter and Melanie Rost-Reinecke.

At the ultra-modern research site the three learned about development, production and assembly of carbon fiber-reinforced plastics (CFRP) components. The event

was hosted by the CU Nord cluster of Composites United (CU) e.V., the German Aerospace Center (DLR), and the Fraunhofer Institute for Manufacturing Technology and Advanced Materials (IFAM).

Dr. Bastian Brenken, Managing Director of CU Nord, emphasized the role of lightweight design as a key technology for industrial transformation and thus for climate protection and sustainability. During the subsequent tour, the delegation first visited DLR's Center for Lightweight Production Technology (ZLP), then Fraunhofer IFAM.

Later on, invited representatives of regional companies and research institutions discussed current challenges with Dr. Althusmann. The minister was impressed by the innovative and bundled competencies and also considers this future-oriented research to be central to expanding and further strengthening northern Germany as a technology location e.g. for aerospace, wind energy and shipping. ■

Aus erster Hand

Nordrhein-westfälischer Landtagsabgeordneter informiert sich im DLR-WF in Köln

Spannende Einblicke erhielt Florian Braun, Mitglied des nordrhein-westfälischen Landtags, bei seinem Besuch am 5. Oktober 2022 im Kölner DLR-WF – Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum Institut für Werkstoff-Forschung. Besonders interessierten den Politiker das Leistungsspektrum von CMC, gebündelt im CU-Netzwerk Ceramic Composites.

Gesprächsstoff gab es reichlich: Von Ressourceneffizienz und resilienteren Lieferketten über nachhaltigere Herstellung bis zu noch übergreifenderen Themen wie Energiewende und Arbeitsplatz- bzw. Standortsicherung reichten die Diskussionsfelder.

Als Ansprechpartner standen dem Landtagsabgeordneten bei seinem Informationsbesuch in der Forschungseinrichtung neben Denny Schüppel, Netzwerkgeschäftsführer des Ceramic Composites im CU, auch Fachleute aus der Region zur Verfügung: vom DLR Dr. Brita Panthen sowie die beiden Co-Abteilungsleiter Dr. Michael Welter und Dr. Peter Mechnich, von diondo Dr. Olaf Gün-

ewig sowie Dr. Daniel Emil Mack für das Forschungszentrum Jülich.

Weites Feld für CMC

Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Ceramic Matrix Composites (CMC) beeindruckten den Gast sichtlich. Der Zusammenhang von umweltfreundlich und lokal hergestellten CMC mit sicheren und neuen Arbeitsplätzen in der Region lag auf der Hand. Der Bereich Defence spielte ebenfalls eine große Rolle, auch Technologietransfer zwischen militärischen und zivilen Entwicklungen und Anwendungen,

i Composites United (CU) | Ceramic Composites
Denny Schüppel, Netzwerkgeschäftsführer | Managing Director
 ☎ +49 821 26 84 11-18
 @ denny.schueppel@composites-united.com
 🌐 www.ceramic-composites.com

gerade im Hinblick auf Turbinen oder Hyperschall-Einsätze.

Wissen und Wille sind also vorhanden, nun steht politisch, wissenschaftlich, wirtschaftlich und gesellschaftlich die bestmögliche Umsetzung an. ■



Über Struktur- und Funktionskeramik spricht Florian Braun (li.) u. a. mit Dr. Michael Welter (re.) vom DLR

Florian Braun (l.) and Dr. Michael Welter (r.), among others, from DLR talk about structural and functional ceramics

At first hand

Member of North Rhine-Westphalian state parliament gets informed at DLR-WF in Cologne

Deep insights gained Florian Braun, member of the North Rhine-Westphalian state parliament, during his visit to Cologne's DLR-WF – German Aerospace Center Institute of Materials Research on October 5, 2022. He was particularly interested in CMC's range of services, bundled in the CU network Ceramic Composites.

Discussions ranged from resource efficiency and more resilient supply chains to more sustainable manufacturing and even more overarching topics such as energy transition and job/location security. In addition to

Denny Schüppel, managing director of the Ceramic Composites Network at CU, experts from the region were available as contact persons for the member of the state parliament during his informational visit to the research facility: from DLR Dr. Brita Panthen as well as the two co-department heads Dr. Michael Welter and Dr. Peter Mechnich, Dr. Olaf Günnewig (diondo) as well as Dr. Daniel Emil Mack for Forschungszentrum Jülich.

Wide field for CMC

The wide range of applications for ceramic matrix composites (CMC) visib-

ly impressed the politician Braun. The content relationship of environmentally friendly and locally produced CMC with securing and even creating new jobs, in this case in NRW, was obvious. The area of CMC and defense also played a major role in the talks, as did technology transfer between military and civil developments and applications, especially with regard to turbines or hypersonic missions.

Obviously, knowledge and will are available, now time has come for the fast and best political, scientific, economic and social implementation possible. ■

Werkstoffplattform HyMat

Branchen- und werkstoffübergreifende Materialforschung



Im Rahmen der Werkstoffplattform HyMat fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Erforschung und Weiterentwicklung von industrierelevanten hybriden Materialien. Im Begleitvorhaben HyMatPLUS unterstützt der CU u.a. die Vernetzung und den Informationsaustausch zwischen den Projektpartnern.

In Hybridwerkstoffen werden Materialien unterschiedlicher Werkstoffklassen zu einem neuen Werkstoffsystem so kombiniert, dass sich die Vorteile aller Komponenten ergänzen und/oder neue Eigenschaften möglich werden.

Erforschen

Branchenoffen fördert das BMBF im Rahmenprogramm „Vom Material zur Innovation“ über die Werkstoffplattform „Hybride Materialien – Neue Möglichkeiten, neue Marktpotenziale (HyMat)“ Forschung und Entwicklungsprojekte. Ziel ist, den technologischen Reifegrad von hybriden Werkstoffen zu steigern und damit die Chancen für eine Marktfähigkeit zu erhöhen sowie gleichzeitig gesellschaftlichen Herausforderungen nachhaltig zu begegnen.

Inhaltlich beschäftigen sich die geförderten Projekte mit erfolgversprechenden Herstellungsverfahren oder

Verbindungstechniken, mit einer soliden Vorhersagbarkeit des Material- und Bauteilverhaltens und entsprechenden standardisierten Prüfverfahren. Ebenfalls gefördert werden Reparaturkonzepte, Recyclingtechnologien und -verfahren, um das Potenzial von Hybridwerkstoffen auch für weitere Lebenszyklen nutzbar zu machen.

Vernetzen

Das vom CU umgesetzte Begleitvorhaben HyMatPLUS zielt u.a. auf die aktive Vernetzung aller Verbundprojekte und -partner sowie die Förderung des interdisziplinären Austausches. Das soll projektübergreifend Synergien nutzen und den Transfer von Ergebnissen in die industrielle Praxis fördern.

Beispielsweise organisierte der CU am 20. und 21. Juni 2022 in Dresden bereits das zweite Statusseminar. Dabei stellten Vertreterinnen und Vertreter der 25 Verbundprojekte ihre bisherigen Arbeitsergebnisse sowie erste Demonstratoren vor. Das nächste Statusseminar ist für den Herbst 2023 geplant. ■

Folgen Sie dem HyMat-Kanal bei LinkedIn

Follow the HyMat channel on LinkedIn



i Composites United (CU)
Dr. Tjark von Reden, CU Hauptgeschäftsführer | CEO
 ☎ +49 157 76 81 11 82
 @ tjark.von.reden@composites-united.com
 🌐 www.werkstoffplattform-hymat.de

GreenFront – ein Beispiel-Projekt der Werkstoffplattform HyMat | GreenFront – an example project of the HyMat materials platform

Projektpartner | Project partners

- TU Braunschweig, ifs
- Fraunhofer-Institut für Holzforschung
- HABAU Deutschland GmbH
- Fricke und Mallah Microwave Technology GmbH
- Andritz GmbH
- CSP-Technologies GmbH
- Steico SE
- Japes GmbH

Inhalt

- Entwicklung eines Holzschäum-Beton-Verbundwerkstoffes für Fassadenelemente
- Sandwichelement mit Kern aus Holzschäum und dünnen äußeren Deckschichten aus Textilbeton
- ähnliche Eigenschaften, aber viel leichter als herkömmliche Innenausbau- oder Gebäudefassadenplatten
- ökologisch nachhaltiger Holzschäum aus Resten regionaler Holzarten und ohne Zugabe eines Binders aus fossilen Rohstoffen

Project content

- development of a wood-foam-concrete composite for facade elements
- sandwich element with a core of wood foam and thin cover layer of textile concrete
- similar properties, but much lighter than conventional interior or building facade panels
- ecologically sustainable wood foam from regionally available wood species residues and without adding a binder made from fossil raw materials

Nachhaltiges Fassadenelement

Sustainable facade element



HyMat materials platform

Research across industries and material

As part of the HyMat materials platform, the German Federal Ministry of Education and Research funds research into and further development of hybrid materials relevant to industry. In the accompanying project HyMatPLUS, CU supports networking and exchange of information between the project partners.

In hybrid materials, materials of different classes are combined to a new material system in such a way that the advantages of all components

complement each other and/or new properties become possible.

Research

Based on the framework program "From Material to Innovation", BMBF is funding open-sector research and development projects via the materials platform "Hybrid Materials – New Possibilities, New Market Potentials (HyMat)". This is to increase technological maturity of hybrid materials and marketability while meeting social challenges in the long term.

Contentwise, manufacturing or joining techniques are funded, solid predictability of material and component behavior, that calls for standardized test methods, recycling technologies and suitable repair concepts.

Networking

CU implements the accompanying project HyMatPLUS to network all projects and partners and to promote interdisciplinary exchange. So synergies arise and the transfer of results into industrial practice is promoted. E.g. at the 2nd status seminar on June 20/21, 2022 in Dresden the 25 collaborative projects presented results to date and first demonstrators. The next status seminar is planned for fall 2023. ■

Innovation und Weiterbildung

Bildungs- und Personalnetzwerk SIAT wächst

Das SIAT PE-Coaching-Programm ist ein voller Erfolg, ebenso das neue Austauschformat SIAT Symposium – Learn, Dine & Connect.

Das Bildungs- und Personalnetzwerk SIAT wächst stetig. Am 14. Juni 2022 fand der Auftakt des SIAT PE-Coaching Programms im Technologiezentrum Augsburg statt, inklusive lebhaftem Austausch rund um Personalentwicklung, Agilität und Innovation. Interaktiv erarbeiteten die Teilnehmenden Fachwissen zu Talentmanagement und Fachkräftemangel, hybride Unternehmen, Führungskräfteentwicklung, Konfliktgespräche sowie Aufsetzen wirkungsvoller Trainingsprogramme und Arbeitsmethoden. Außerdem können sich SIAT-Mitglieder bei den Treffen der Reihe „SIAT Symposium – Learn, Dine & Connect“ in entspannter Atmosphäre zu Themen der Personalentwicklung austauschen. ■



Erstes SIAT Symposium mit Keynotes, Talks und gutem Essen

First SIAT Symposium with keynotes, talks and good food

Innovation and training

Education and HR network SIAT grows

The SIAT PE Coaching Program is a complete success, as is the new exchange format SIAT Symposium – Learn, Dine & Connect.

The SIAT education and HR network is growing steadily. On June 14, 2022, the kick-off of the SIAT PE Coaching Program took place at the Augsburg Technology Center, with a lively exchange on HR development, agility and innovation topics. In an interactive workshop, the

participants got extensive expertise on talent management and skills shortages, hybrid companies, leadership development and conflict discussions. Setting up effective training programs was also on the agenda, as were appropriate working methods. The "SIAT Symposium – Learn, Dine & Connect" series of events also provides SIAT members with an exchange format in which they can discuss HR development topics in a relaxed atmosphere. ■



Geplante Studie: Agil in die Nachhaltigkeit für die Talente von Morgen
Jetzt teilnehmen und Leitfaden erhalten!

Planned study: Agile into sustainability for the talents of tomorrow
Participate now and get guidelines!



Composites United | MAI Carbon
Sven Blanck
+49 821 26 84 11-15
@ sven.blanck@mai-carbon.de
www.siat-netzwerk.de



Blick in die Runde

Mitglieder diskutieren Branchenthemen im Jour Fixe von CU und CU West

Alle CU-Mitglieder sind eingeladen zum digitalen Jour Fixe, den der Cluster CU West des Composites United (CU) e. V. jeden 3. Montag im Monat hostet. Dabei stellen jeweils drei Netzwerk-Mitglieder aus einem Technologiefeld ihr Unternehmen oder ihre Anwendung kurz vor.

Anschließend führt eine Expertin oder ein Experte in ein zentrales Thema ein und moderiert dazu Austausch und Diskussion der Teilnehmenden. Die Inhalte sind breit gefächert und stellen neben zum Beispiel Recycling, Digitalisierung, Qualitätssicherung und Automatisierung oft technologische und werkstoffliche Herausforderungen oder auch förderpolitische Fragestellungen in den Fokus.

Großes Interesse der Fachleute

Die Veranstaltungsreihe, inzwischen ein etablierter Termin im Eventkalender des CU, wird von CU-Mitgliedern und Gästen sehr gut angenommen. Der Vorstand des CU West nahm den 10. Jour Fixe am 16. Mai 2022 – Thema „Mehr Effizienz durch Automation, digitale Zwillinge und Machine Learning?“ – zum Anlass für eine Zwischenbilanz.

Die vielen Vorteile des Multi-Material-Leichtbaus müssen wir deutlich herausarbeiten.«

Dr. Markus Steffens, Intellight®

Und die fiel sehr positiv aus: Das einstündige, digitale Veranstaltungsformat bietet eine aktuelle, abwechslungsreiche und interessante Mischung sowie eine leicht zugängliche Plattform für fachlichen Austausch und Networking. Nach dem Jour Fixe stehen die Unterlagen allen Mitgliedern über Carbon Connected zur Verfügung. Der CU West setzt die Reihe im kommenden Jahr fort. Die interessanten Themen gehen nicht aus und so erhalten Mit-

glieder die Möglichkeit, sich vorzustellen und ihr zentrales Thema im Fachkreis zu diskutieren.

„Von Leichtbau überzeugen – wie geht das?“ ...

... war das Thema des 11. Jour Fixe. Moderator Dr. Markus Steffens von der Fa. Intellight fasst zusammen: „Die bekannte Weisheit ‚Never change a running system!‘ kann für Unternehmen schnell zum gefährlichen Innovations-Verhinderer werden. Wir sollten den Spruch daher als Herausforderung annehmen und zum Leitsatz modifizieren: ‚Change a running system, if it's better!‘.

Gemeinsame Aufgabe für unser Fachgebiet muss es nun sein, das „better“, also die potenziellen Vorteile einer Veränderung durch Multi-Material-Leichtbau systematisch herauszuarbeiten, technische, wirtschaftliche und umwelttechnische Potenziale neuer Lösungen aufzuzeigen und zu quantifizieren, aber auch Risiken zu benennen. Ergebnis ist eine verlässliche Entscheidungsgrundlage für die Initiierung der Entwicklung und Umsetzung der richtigen Projekte.“



10. Jour Fixe: SMC-Produktionslinie und Aspekte einer möglichen Digitalisierung

10th Jour Fixe: SMC production line and aspects of possible digitalisation

Looking around

Members discuss industry topics in the CU and CU West Jour Fixe

All CU members are invited to take part in the digital Jour Fixe, which is hosted by the CU West cluster of Composites United (CU) e. V. every third Monday of the month. In one hour, three network members from each technology field briefly present their company or application.

An expert then introduces a central topic and moderates the exchange and discussion with the participants. The topics are wide-ranging and, in addition to recycling, digitalization, quality assurance and automation, often focus on technological and material challenges or funding policy issues.

Great interest among experts

The series of events is now an established date in the CU event calendar and is very well received by CU members and guests alike. The CU West Executive Board took the 10th Jour Fixe on May 16, 2022 – on the topic of “More efficiency through automation, digital twins and machine learning?” – as an opportunity to take stock.

And it turned out to be very positive: The one-hour, digital event format offers an up-to-date, varied and interesting mix as well as an easily accessible platform for profes-

»» We need to clearly highlight the many advantages that come with multi-material lightweight design.«

Dr. Markus Steffens, Intellight®

sional exchange and networking. To date, 30 CU members had taken the opportunity to present their company or institution at the Jour Fixe. After the Jour Fixe, the materials will be available to all members via Carbon Connected.

CU West will continue the series in the coming year. There is no shortage of interesting topics, so members will

have the opportunity to present and discuss their key topic in the professional circle.

“Convincing people about lightweight design – how does it work?” ...

... was the topic of discussion at the 11th Jour Fixe. Moderator Dr. Markus Steffens from Intellight summarized: “The well-known saying ‘Never change a running system’ can quickly become a dangerous obstacle to innovation for companies. We should therefore accept the saying as a challenge and modify it to the guiding principle: ‘Change a running system, if it’s better!’

The common task for our field must now be to systematically work out the ‘better’, i.e. the potential advantages of a change through multi-material lightweight design, to identify and quantify the technical, economic and environmental potential of new solutions, but also to name the risks. The result is a reliable decision-making basis for initiating the development and implementation of the right projects.”

i Composites United (CU) | CU West
Dr. Heinz Kolz, Clustergeschäftsführer |
 Managing Director CU West
 ☎ +49 175 214 10 51
 @ heinz.kolz@composites-united.com
 🌐 www.composites-united.com

Dynamisches Doppel

Faserverbund-Leichtbau-Kompetenz aus Thüringen

Um „Faserverbund-Leichtbau in Thüringen“ ging es auf dem CU Innovation Day am 13. September 2022 im thüringischen Rudolstadt. Mehr als 40 TeilnehmerInnen aus Industrie und Wissenschaft folgten der Einladung des gastgebenden TITK – Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V. und Cluster CU Ost in Kooperation mit PolymerMat e.V. – Kunststoffcluster Thüringen sowie den Rudolstädter Kunststofftagen.

Beeindruckt waren alle Gäste von der Forschungskompetenz des TITK und der Technischen Universität Ilmenau auf dem Gebiet des Faserverbund-Leichtbaus mit besonderem Fokus auf dem Thema Nachhaltigkeit. Passend dazu stellten sich insbesondere die Thüringer Unternehmen Airborne Composite u.G. und Schmuhl Faserverbundtechnik GmbH & Co. KG mit ihren aktuellen Industrieprojekten aus Maschinenbau, Fahrzeugbau, Luftfahrt und weiteren Branchen vor.

Im praktischen Teil der Netzwerkveranstaltung erhielten die Gäste tiefe Einblicke in die technischen und technologischen Möglichkeiten des TITK. Auch der anschließende Besuch bei der Fa. Schmuhl war ein Highlight. Vor Ort war zu sehen, wie innovative Faserverbundsysteme

Dynamic double

Composite lightweight design expertise from Thuringia

The CU Innovation Day on September 13, 2022 in Rudolstadt, Thuringia, was all about “Fiber Composite Lightweight Design in Thuringia“. More than 40 participants from industry and science accepted the invitation of the host TITK – Thuringian Institute for Textile and Plastics Research e.V. and Cluster CU Ost in cooperation with PolymerMat e.V. – Plastics Cluster Thuringia and the Rudolstädter Kunststofftage.

All guests were impressed by the research competence of the Thuringian Institute for Textile and Plastics Research e.V. and the Ilmenau University of Technology in the field of lightweight fiber composite design with a special focus on sustainability. Appropriately, the Thuringian companies Airborne Composite u.G. and Schmuhl Faserverbundtechnik GmbH & Co. KG presented their current industrial projects in mechanical engineering, vehicle construction, aviation and other sectors.

In the practical part of the networking event, the guests gained deep insights into the technical and technological possibilities of TITK. Another highlight was the subsequent visit to the Schmuhl company. On site, the visitors saw how innovative fiber composite systems ranging

von medizinischen Geräten über Tankstrukturen bis zur Flugzeugtoilette in der täglichen Praxis entstehen.

Die Hauptorganisatoren Prof. Florian Puch, Fachgebietsleiter Kunststofftechnik der TU Ilmenau und wissenschaftlicher Leiter des TITK, und Dr. Thomas Heber, Clustergeschäftsführer CU Ost, sind sich einig: „Diese gelungene Veranstaltung verlangt nach einer Fortsetzung in einer regelmäßigen Reihe von CU Ost und TITK am Standort Rudolstadt.“

from medical devices to tank structures to aircraft lavatories are developed in daily practice.

The main organizers Prof. Florian Puch, head of the plastics technology department at TU Ilmenau and scientific director of TITK, and Dr. Thomas Heber, managing director CU Ost, agree: “This successful event calls for a continuation in a regular series by CU Ost and TITK at the Rudolstadt site.”



Oben | above: Peter Schmuhl, Prof. Florian Puch, Dr. Thomas Heber

Rechts: Sehr interessiert sind die Teilnehmenden an den technischen und technologischen Möglichkeiten des TITK
Right: Participants explore the technical and technological possibilities of the TITK

i Composites United (CU) | CU Ost
Dr. Thomas Heber, Clustergeschäftsführer |
 Managing Director CU Ost
 ☎ +49 351 44 69 60 74
 @ thomas.heber@composites-united.com
 🌐 www.cu-ost.com



Immer in Bewegung

Begeisterte Community trifft sich beim CU Innovation Day „Composites in Sportgeräten“ im FES

Mehr als 60 Teilnehmer und Teilnehmerinnen nutzten am 8. September 2022 den CU Innovation Day „Composites in Sportgeräten“ zum Branchentreffen beim FES in Berlin. Dazu hatte das Institut für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten (FES) gemeinsam mit dem Cluster CU Ost eingeladen.

Das große Interesse war verständlich: Erstmals öffnete die Hightech-Schmiede für den deutschen Spitzensport ihre Türen für die Mitglieder des Composites United. Entsprechend groß war das Interesse während des geführten Rundgangs durch die ‚heiligen Hallen‘ des FES.

Auch der fachliche Austausch der anwesenden Community war sehr rege, befeuert unter anderem durch spannende Beiträge von Realize Engineering, TPI Composites, Carbovation & Lightweight und Silbaerg. Die behandelten Themen reichten von Drapier-, Festigkeits- und Versagenssimulation über Carbon-Fahrradfelgen und Bio-Faser-Verbunde in Snowboards bis zur Vorstellung einer E-Mountain-Handbike-Entwicklung durch Prof. Marc Siebert der PFH Göttingen.

Always on the move

Enthusiastic community meets at the CU Innovation Day “Composites in Sports Equipment” at FES

More than 60 participants took advantage of the CU Innovation Day “Composites in Sports Equipment” for an industry meeting at the FES in Berlin on September 8, 2022. The Institute for Research and Development of Sports Equipment together with the CU Ost cluster had invited to this event.



Schnittig: Dr. Thomas Heber fährt Bob auf dem Trockenen
Streamlined: Dr. Thomas Heber rides bobsledge on dry land



*Angeregt: In der Lounge gehen die Fachgespräche weiter
Inspired: The technical discussions continue in the lounge*

Abgerundet wurde der laut den Gästen und Veranstaltern „sehr gelungene Tag“ durch intensives Netzwerken beim Get-together bis hinein in den späten Abend – Fortsetzung erwünscht und folgt. ■

The great interest was no surprise since for the first time, the high-tech forge for top German sports opened its doors to the members of Composites United.

Accordingly, there was great interest during the guided tour through the ‚hallowed halls‘ of FES. The technical exchange of the community was also very lively, fueled among other things by contributions from Realize Engineering, TPI Composites, Carbovation & Lightweight and Silbaerg. Topics covered ranged from drape, strength and failure simulation to carbon bicycle rims and bio-fiber composites in snowboards to the presentation of an e-mountain handbike development by Prof. Marc Siebert of PFH Göttingen.

According to the guests and organizers, the very successful day was rounded off by intensive networking at the get-together until late in the evening – continuation desired and to follow. ■

i Composites United (CU) | CU Ost
Dr. Thomas Heber, Clustergeschäftsführer | Managing Director CU Ost
 ☎ +49 351 44 69 60 74
 @ thomas.heber@composites-united.com
 🌐 www.cu-ost.com

So gut wie neu

Erfolgreicher CU Innovation Day „Composite Repair 2022“ auf dem Fliegerhorst in Faßberg

Zu Reparatur von Faserverbundwerkstoffen organisierte der CU am 20. und 21. September 2022 bereits zum zweiten Mal einen Innovation Day gemeinsam mit der Bundeswehr. Rund 100 Teilnehmende besuchten das zweitägige Präsenzevent in Faßberg, das durch eine gelungene Mischung aus Forschungsbeiträgen und Anwendungsbeispielen aus der Praxis überzeugte.

Vorläufer war der sehr erfolgreiche Innovation Day „Composite Repair“ im Herbst 2017. Nun hatte die Arbeitsgruppe „Composite Repair“ des Composites United (CU) e. V. erneut in Kooperation mit dem Transporthubschrauberregiment 10 und dem Technischen Ausbildungszentrum der Luftwaffe auf den Fliegerhost in Faßberg eingeladen. 100 Vertreterinnen und Vertreter aus verschiedenen Fachgebieten kamen hier am 20. und 21. September 2022 zusammen und erhielten in zwei Tagen ein umfangreiches Update über die Weiterentwicklungen im Bereich Faserverbundreparatur der letzten fünf Jahre.

Eröffnende Grußworte sprachen die Faßberger Bürgermeisterin Kerstin Speder und der Schirmherr der gemeinsamen Veranstaltung, Oberst Cay Goedelt, Kommandeur Transporthubschrauberregiment 10. Danach führten Marc Fette, CEO CTC GmbH, und Dr. Bastian Brenken, Clustergeschäftsführer CU Nord, durch das Event. Das begann am ersten Tag mit Fachvorträgen zur gesamten Prozess-

As good as new

Successful CU Innovation Day “Composite Repair 2022“ at the Faßberg air base

On the topic of repairing fiber composites, for the second time the CU organized an Innovation Day together with the German Armed Forces on September 20 and 21, 2022. Around 100 participants joined the two-day presence event in Faßberg, which impressed with a successful mix of research contributions and application examples from practice.

The precursor was the very successful Innovation Day “Composite Repair“ in the fall of 2017. Now, the working group “Composite Repair“ of Composites United (CU) e. V., in cooperation with the Transport Helicopter Regiment 10 and the Technical Training Center of the German Air Force, again invited to the Fliegerhost in Faßberg. About 100 representatives from various disciplines met here on September 20 and 21, 2022, and received a comprehensive update on further developments in the field of fiber composite repair over the past five years in two days.

Following the opening greetings by the Mayor of Faßberg, Kerstin Speder, and the patron, Colonel Cay Goedelt, Commander Transport Helicopter Regiment 10, Marc Fette, CEO CTC GmbH, and Dr. Bastian Brenken, Managing Director CU Nord, led through the event. This began on the first day with technical presentations on the entire process chain of a fiber composite repair. The solutions, from damage detection to the actual repair and fin-



*Oben: Die European Repair Station von Airbus zeigte in der Fachausstellung Reparaturmethoden am Beispiel eines A320-Sharklets
Above: Airbus' European Repair Station demonstrated repair methods in the technical exhibition using the example of an A320 Sharklet.*

*Links oben und unten: Zum CU Innovation Day trafen sich rund 100 Gäste aus verschiedenen Bereichen der Faserverbundbranche auf dem Fliegerhorst der Bundeswehr in Faßberg
Left above and down: CU Innovation Day draw about 100 guests from different areas of the fiber composite industry to the air base of the German Armed Forces in Faßberg*

kette einer Faserverbundreparatur. Die Lösungen von der Schadensdetektion bis zur eigentlichen Reparatur und dem anschließenden Finishing kamen aus unterschiedlichen Branchen wie Windenergie, Flugzeug-, Schiff- oder Automobilbau.

Eine begleitende Fachausstellung verband Theorie und Praxis. Die Unternehmen msquare GmbH, FEM-Composites GmbH, Invent GmbH, Bolle & Cords Elektrotechnik GmbH, das Fraunhofer IFAM, Fraunhofer IKTS und die European Repair Station von Airbus stellten anschaulich ihr Know-how, ihre Lösungsansätze und neueste Entwicklungen vor.

Am zweiten Tag präsentierte die Bundeswehr in Vorträgen und in der Praxis ihre Anforderungen und Lösungen in Bezug auf Reparaturmethoden für Composite-Materialien. Im Rahmen einer 2,5-stündigen Führung durch den Fliegerhorst hatten die Gäste die seltene Gelegenheit, die deutsch-französische Ausbildungseinrichtung für den Kampfhubschrauber Tiger, die Instandsetzungshalle des Transporthubschraubers NH90 sowie das technische Ausbildungszentrum der Luftwaffe zu besichtigen.

Nach dem Innovation Day zog Dr. Bastian Brenken ein sehr positives Fazit: „Die spannenden Beiträge der Referenten und die tolle Unterstützung der Bundeswehr begeisterten die Teilnehmer. Wir planen bereits einen nächsten Innovation Day Composites Repair in ca. drei Jahren – worauf ich mich schon sehr freue.“ ■

ishing, came from different industries such as wind energy, aircraft, shipbuilding and automotive. In an accompanying trade exhibition the companies msquare GmbH, FEM-Composites GmbH, Invent GmbH, Bolle & Cords Elektrotechnik GmbH, Fraunhofer IFAM, Fraunhofer IKTS and the European Repair Station of Airbus presented their know-how, their solutions and latest developments.

On the second day, the German Armed Forces presented their requirements and solutions in terms of repair methods for composite materials in lectures and in a practical way. During a 2.5-hour tour of the air base, guests had the rare opportunity to visit the Franco-German training facility for the Tiger combat helicopter, the NH90 transport helicopter maintenance hangar and the Air Force's technical training center.

After the Innovation Day, Dr. Bastian Brenken drew a very positive conclusion: “The exciting contributions of the speakers and the great support of the German Armed Forces inspired the participants. We are already planning a next Innovation Day Composites Repair in about three years – which I am very much looking forward to.” ■

Composites United (CU) | CU Nord
Dr. Bastian Brenken, Clustergeschäftsführer |
Managing Director CU Nord
+49 4141 407 40-15
@ bastian.brenken@composites-united.com
www.composites-united.com

Weltklasse in Augsburg

Bei der Kanuslalom-WM 2022 mit dem Hochleistungswerkstoff Carbon zum Sieg

Bei der Kanuslalom-WM 2022 vom 27. bis 31. Juli 2022 am Augsburger Eiskanal war auch der Spitzencluster MAI Carbon des Composites United (CU) e.V. vor Ort. Direkt an der Slalomstrecke präsentierte er zahlreiche Exponate und Demonstratoren seiner Mitglieder Munich Composites GmbH, CG TEC GmbH, SGL Carbon GmbH, Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH und Fraunhofer IGCV. So konnten die Besucherinnen und Besucher vor Ort die Einsatzbereiche und Potenziale des Hochleistungswerkstoffs Carbon live erleben.

Im Spitzensport setzt man seit einigen Jahren auf Carbon. Das extrem leichte Fasergewebe aus Kohlenstofffaser wird zum Beispiel zum Bau sehr leichter Kanus und Paddels in Composite-Bauweise verwendet. Großer Vorteil des Materials ist das unglaublich geringe Gewicht, sodass ohne viel Kraftanstrengung sehr hohe Geschwindigkeiten erzielt werden können. Dennoch bietet es Steifigkeit und Stabilität – optimal für Spitzenleistungen mit Hochleistungsmaterialien. ■

Weitere Informationen zur Kanu-WM und den ausgestellten Exponaten:

More information about the World Canoe Slalom Championships and the exhibits:



Auch MAI Carbon zeigt Carbon bei der Kanuslalom-WM 2022
MAI Carbon too shows carbon at the 2022 Canoe Slalom World Cup



World class in Augsburg

To victory at the 2022 World Canoe Slalom Championships with the high-performance material carbon

The MAI Carbon Leading-Edge Cluster of Composites United (CU) e.V. was also on site at the 2022 World Canoe Slalom Championships from July 27 to 31, 2022 at the Augsburg Eiskanal. Directly at the slalom course, it presented numerous exhibits and demonstrators of its members Munich Composites GmbH, CG TEC GmbH, SGL Carbon GmbH, Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH and Fraunhofer IGCV. Thus visitors were able to experience the areas of application and potential of the high-performance material carbon live on site.

In top-class sports, carbon has been used for several years. The extremely light carbon fiber fabric is used, for example, to build very lightweight canoes and paddles in composite design. The great advantage of the material is its incredibly low weight, which means that without much effort very high speeds can be achieved. Nevertheless, it offers stiffness and stability – optimal for top performance with high-performance materials. ■

i Composites United (CU) | MAI Carbon
Sven Blanck, Clustergeschäftsführer |
Managing Director MAI Carbon
☎ +49 821 26 84 11-15
@ sven.blanck@mai-carbon.de
🌐 www.mai-carbon.de
🌐 www.composites-united.com



Alles drin

Ceramic Composites Forschungsprojekte 2018–2022

Seit seiner Gründung im Jahr 2008 arbeitet das Netzwerk Ceramic Composites (CC) daran, mit Hilfe von keramischen Verbundwerkstoffen (Ceramic Matrix Composites, CMC) führende Technologien für Energie, Klima und Mobilität zu ermöglichen. Die Zugehörigkeit zum weltweit tätigen Verein Composites United (CU) e.V. ist dabei sehr hilfreich.

Forschungsprojekte zu CMC werden in Deutschland kontinuierlich gefördert, und den Mitgliedern von Ceramic Composites ist es gelungen, in der internationalen Gemeinschaft führende Forschungspositionen zu erreichen. Gemeinsam die Werkstoff-

klasse CMC voranzutreiben und nachhaltige Lösungskonzepte für Wirtschaft, Energie, Klima und Mobilität zu etablieren, zahlt sich offensichtlich aus – in mehr als einer Hinsicht.

Innerhalb des Netzwerks wurden in den Jahren 2018 bis 2022 einige kleinere Forschungsprojekte vorangetrieben. Sie dienten als Vorstudien für öffentlich geförderte Projekte und nicht geförderte Kooperationen innerhalb des CU. Nun sind alle elf Forschungsprojekte, die Ceramic Composites im Rahmen dieses Programms angestoßen hat, in der neu aufgelegten Broschüre „CMC - Pro-



jects“ aufgelistet – von komplexen 3D-Geflechthrohren bis hin zu den Möglichkeiten, keramische Verbundwerkstoffe mit metallischen Tragkörpern zu verbinden. Die Broschüre ist gedruckt und online über Ceramic Composites erhältlich. ■

i Composites United (CU) | Ceramic Composites
Denny Schüppel, Netzwerkgeschäftsführer | Managing Director
 +49 821 26 84 11-18
 @ denny.schueppel@composites-united.com
 www.ceramic-composites.com

All inside

Ceramic Composites research projects 2018–2022

Since its founding in 2008, the Ceramic Composites (CC) network focuses on enabling leading technologies for energy, climate, and mobility with the help of Ceramic Matrix Composites (CMC). Being part of the globally active Composites United (CU) e.V. association helps a lot.

Research projects on CMC are continuously funded in Germany, and members of Ceramic Composites succeeded in achieving leading

research positions within the international community. Jointly pushing forward the material class of CMC and establishing sustainable solution concepts for economy, energy, climate and mobility obviously pays off – in more than one way.

Within the network, between the years 2018 and 2022 some small research projects were advanced. They served as preliminary studies for publicly funded projects and unfunded

collaborations within CU. Now all eleven research projects that Ceramic Composites has launched within this program are listed in the newly edited brochure “CMC-Projects”, ranging from complex 3D braided tubes to the possibilities of joining ceramic composites with metallic load bearing bodies. The brochure is available in print and online via Ceramic Composites. ■

CU reports 01/2023*

■ Energie & Ressourcen

Effizienz in Produktion und Anwendung

■ Energy & Resources

Efficiency in Production and Application

*Redaktionsschluss: 17. Februar 2023

*Editorial deadline: February 17th, 2023

www.composites-united.com



Das ist Sache

CU Knowledge – Neue Informationsserie des CU

Ab sofort bietet der CU einen neuen Service für seine Mitglieder. Zu relevanten Themen stehen nun sachlich neutrale, wissenschaftlich belegte Zusammenfassungen in Form von Informationspapieren zur Verfügung, die den derzeitigen Wissensstand zum jeweiligen Thema darstellen.



Diese Papiere stehen exklusiv CU-Mitgliedern zur Verfügung. Die Dokumente werden auf Nachfrage verschickt. „Recycling und Verwertung von CFK“ ist ab sofort verfügbar. Das Papier „Potenzielle Gefährdungen durch WHO-Carbonfasern“ erscheint in Kürze. ■

Matter of facts

CU Knowledge – New information series of the CU

As of now, the CU is offering a new service for its members. Factually neutral, scientifically supported summaries on relevant topics are now available in the form of information papers that present the current state of knowledge on the respective topic. These papers are available exclusively to CU members.

The information papers are sent out on request. The document “Recycling and recovery of CFRP” is now available. On the topic of “Potential hazards from WHO carbon fibers”, a paper will be published shortly. ■

Composites United (CU)
Dr. Bastian Brenken
 ☎ +49 4141 407 40-15
 @ bastian.brenken@composites-
 united.com
 🌐 www.composites-united.com

JEC WORLD
2023 The Leading International
 Composites Show
 April 25-27, 2023 | PARIS-NORD
 VILLEPINTE

Stellen Sie sich vor es ist JEC – und Sie sind mittendrin, statt nur dabei. Das ist möglich, präsentieren Sie einfach Ihre Firma oder Ihr Produkt auf dem CU-Gemeinschaftsstand, den der CU auch zur JEC World 2023 in Paris seinen Mitgliedern anbietet.

Kontakten Sie uns, wir beantworten gern alle Frage dazu und reservieren auch gleich Ihren Standplatz.

Composites United (CU)
Stefan Steinacker
 ☎ +49 821 26 84 11-13
 @ stefan.steinacker@
 composites-united.com
 🌐 www.composites-united.
 com/termine-und-events/

**JEC
 WORLD**
 Gemeinschaftsstand
 P28+Q28+R28
 Halle 6

Imagine it's JEC – and you are one of the matchmakers instead of watching from the sidelines. One way of reaching your goal is to present your company/product at the joint stand, that CU offers its members once again at JEC World 2023 in Paris.

Just contact us, we will be happy to answer your questions and book your booth.



Hör' mal

Seit sechs Monaten interviewt Dr. Thomas Heber für den Podcast CU people regelmäßig Menschen aus dem Umfeld des Composites United. In entspannter Atmosphäre plaudert er mit seinen Gästen über ihren Werdegang, ihre Aktivitäten, ihre Ideen und Ziele. Reinhören lohnt sich immer, in kurzweiligen Episoden lernen Sie unsere CU people – also Leichtbau-Expertinnen und -Experten aus Industrie, Wissenschaft und Politik – kennen. Den Podcast gibt es ab sofort auch bei Spotify, Apple Podcast und Google Podcast. ■



Echt, das geht? Wenn Sie das öfter hören, sind Sie hier genau richtig. Welcher ungewöhnliche Ansatz hat sich in Ihrem Unternehmen bewährt, welche Idee war geradezu brillant? Erzählen Sie uns davon, von innovativen Ansätzen, guten Erfahrungen, außergewöhnlichen Kooperationen, von Ihrer persönlichen Erfolgsstory mit Out-of-the-box-Charme ... – wir freuen uns auf Ihre guten Beispiele aus der Praxis!

Mike Bucher,
Vorstands-
vorsitzender der
Schöck AG

Quer und hoch

Wandhalter aus GF-Verbundwerkstoff nun auch in Fassadensanierung zugelassen



Rovingspulen in der Produktions-
halle am Standort Halle (Saale)

Als Spezialbewehrung ist der Glasfaser-verbundwerkstoff Combar® der Schöck AG seit Markteinführung 1997 bekannt. Seine besonders geringe Wärmeleitfähigkeit macht das Material generell als Komponente für energieeffiziente Baulösungen interessant. Die Fassadenanker Isolink® aus Combar® zum Beispiel befestigen Beton- und vorgehängte hinterlüftete Fassaden wärmebrückenfrei. Dass nach nunmehr erfolgter Zulassung auch für die Fassadensanierung ein nachhaltiger Ansatz zur Verfügung steht, freut Schöck-Vorstandsvorsitzenden Mike Bucher besonders.

Wo beginnt denn die Geschichte, die jetzt so senkrecht nach oben führt?

Dass wir so viel Erfahrung mit Faserverbundwerkstoffen haben, verdanken wir eigentlich unserem Firmengründer Eberhard Schöck. Unermüdlich wollte er das Bauen mit innovativen Produktlösungen verbessern. Damit machte er die Suche nach dem immer Besseren zu einem festen Bestandteil unserer Firmenphilosophie.

So kam es auch, dass Schöck bereits in den 1970er-Jahren das große Potenzial von glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) entdeckte. Das damals neuartige Material wurde zunächst noch für die Herstellung von Lichtschächten genutzt.

In den 1990ern haben wir es dann geschafft, einen eigenen Glasfaserverbundwerkstoff zu entwickeln. Wir nannten ihn Combar®, abgeleitet von der englischen Bezeichnung „composite rebar“, und brachten ihn als Spezialbewehrung auf den Markt.

Warum blieb es nicht dabei?

Das Material besitzt tolle Eigenschaften, warum soll die Baubranche das nicht so umfassend wie möglich nutzen? Wir arbeiten kontinuierlich daran, Combar® auch in andere Produkte zu integrieren. Das Ziel ist immer, die Energieeffizienz dieser Produkte zu steigern.

Das gelang schließlich mit dem Wärmedämmelement Isokorb® CXT, dessen Zugstäbe aus Combar® bestehen, sowie in Form unserer wärmebrückenfreien Fassa-

denbefestigung Isolink®. Jüngst haben wir außerdem ein Wärmedämmelement für Stahlbetonstützen auf den Markt gebracht, das ebenfalls eine Komponente aus Combar® enthält.

Was sind denn diese tollen Eigenschaften im Vergleich zu anderen Faserverbundwerkstoffen?

Durch die spezielle Zusammensetzung aus Glasfasern und Kunstharz ist Combar® sehr vielseitig und für unterschiedliche Anwendungsgebiete geeignet. Einzigartig macht das Material aber vor allem seine Dauerhaftigkeit im hochalkalischen Beton. Das liegt an seiner Korrosionsresistenz, die für eine Dauer von über 100 Jahren nachgewiesen wurde.

Außerdem sticht Combar® unter den Bewehrungsmaterialien aufgrund seiner extrem geringen Wärmeleitfähigkeit heraus. Das nutzen wir überall, wo es darum geht, Wärmebrücken zu vermeiden.

Wo zum Beispiel?

Zum Beispiel bei unserer Fassadenbefestigung Isolink®, die vollständig aus Combar® besteht. Damit sind Wärmeverluste an der Fassade so gering, dass man von einer wärmebrückenfreien Fassadenbefestigung sprechen kann.

Am deutlichsten wird die Energieeffizienz im Vergleich zu herkömmlichen Wandhaltern aus Aluminium oder Edelstahl. Dank dieser geringen Wärmeleitfähigkeit vermeidet Isolink® nicht nur Wärmebrücken und spart so Heizenergie, auch die Dicke der Wärmedämmung kann reduziert werden. Wir haben hier also Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit in einem.

Was sind in dieser Hinsicht die neuesten Entwicklungen?

Der neueste Bereich, für den wir nun auch eine Zulassung erwirkt haben, ist die Fassadensanierung mit Hilfe einer vorgehängten hinterlüfteten



ten Fassade (VHF). Das energieeffiziente Herzstück dieses VHF-Systems ist Isolink®.

Besonders attraktiv: Diese Sanierungsart ist nachhaltig, wirtschaftlich und einfach. Das alte Wärmedämmverbundsystem der Fassade muss nicht aufwendig rückgebaut und entsorgt werden, sondern die VHF wird einfach mit einer Steinwolle aufgedoppelt und mit dem Isolink® über die alte Dämmschicht montiert.

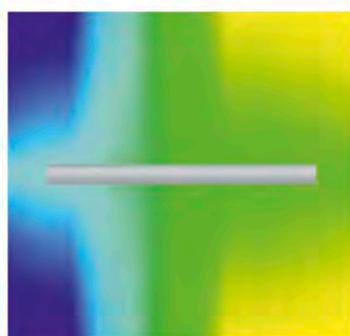
Im Sanierungsfall ist die vorgehängte hinterlüftete Fassade eine nachhaltige, wirtschaftliche und einfache Lösung
© TONALITY GmbH

Das ist eine wärmebrückenfreie Fassadenbefestigung.«

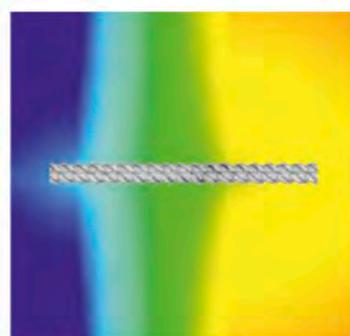
Mike Bucher, Vorstandsvorsitzender

Die Fassade wird also energetisch und brandschutztechnisch ertüchtigt und gleichzeitig wird etwas Altes, noch Funktionsfähiges, wiederverwendet – Re-Use im besten Sinne. Mit dieser Lösung geben wir stimmige Antworten auf Fragen unserer Zeit, auch das ist eine der künftigen Aufgaben von Combar®. ■

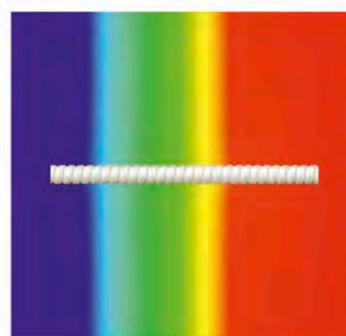
i Schöck AG, Baden-Baden
+49 7223 967 144
@ schoeck-de@schoeck.com
www.schoeck.com



Isothermen mit Aluminium: 160-200 W/K



Isothermen mit Edelstahl: 13-15 W/K

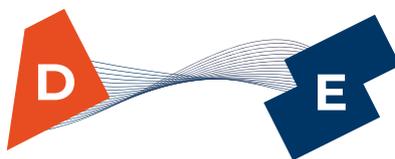


Isothermen mit Combar®: 0,7 W/K

Wärmeleitfähigkeit von Aluminium, Edelstahl und Combar®



Seit dem Jahr 2021 pultrudiert Schöck Combar® selbst an seinem Standort in Halle an der Saale.



Termine/Dates 2022/23

November 2022 bis Juni 2023 | November 2022 to June 2023

Hier für Sie kompakt zusammengestellt alle Fachtermine, die bis Drucklegung des CU reports 02/22 feststanden. Es kommen aber tägliche neue Angebote dazu – als Präsenzveranstaltung, online oder in Mischform. Bitte informieren Sie sich tagesaktuell unter:

www.composites-united.com



CU Weiterbildung

30.11.2022

Online: Faserverbundwerkstoffe in der Praxis – Werkstoffe, Konstruktion und Verarbeitung

CU AG Sitzung

02.12.2022

AG „Virtuelle Produktentwicklung CMC“

CU Weiterbildung

07.12.2022

Online: Faserverbundwerkstoffe in der Praxis – Grundlagen der Mechanik und Modellierung

CU | CU Bau | CU Ost |

Innovation Day

08.12.2022

Second Life – Wiederverwendung von Composites im Bau- und Energiesektor

Composites United

19.01.2023

CU Projektforum

CU | CU Ost | Innovation Day

25.01.2023

Composites in Rail – Anforderungen an Faserverbunde aus Sicht des Schienenfahrzeugherstellers

CU | MAI Carbon

27.01.2023

Gezielte Weiterbildung & Fachkräftegewinnung im Bildungs- und Personalnetzwerk SIAT

Redaktionsschluss

17.02.2023

für CU reports 01/23

CU | CU Ost

07.03.–10.03.2023

Additive Fertigung – Evolution einer modernen Technologie. Sonderschau mit Ausstellung und Fachforum im Rahmen der Intec und Z Messe

CU | CU Ost

17.03.2023

12. Ordentliche Mitgliederversammlung (MGV) CU Ost

Erscheinungstermin

12.04.2023

CU reports 01/23

CU Messe

25.–27.04.2023

JEC World Paris

CU | Deutsche Messe Hannover

13.–14.06.2023

LightCon – Internationale Kongressmesse für Leichtbaulösungen

CU | CU Ost

22./23.06.2023

26. Internationales Dresdner Leichtbausymposium

CU | CU Ost | CU Bau

23.08.2023

Sommergrillen von CU Ost und CU Bau

CU Weiterbildung

23.11.2022

Infiltrationstechnik: Theorie und Praxis

CU Weiterbildung

23.11.2022

Webseminar Wednesday: Hochqualitative Composites-Bauteile mittels V-DIT als Alternative zu RTM oder VARTM

Composites United

24.11.2022

4. Ordentliche Mitgliederversammlung (MGV) des Composites United

Composites United

29.11.–30.11.2022

JEC Forum DACH 2022

CU Trainings 2023

Composites United hat auch für 2023 wieder ein umfassendes Angebot an Schulungen zusammengestellt – in Präsenz, online oder inhouse. Die Seminare und Workshops richten sich an alle Mitarbeitenden aus den Bereichen Konstruktion, Simulation, Fertigung, Montage und Prüfung, ob sie nun bereits Erfahrung im Umgang mit Faserverbundbauteilen haben oder sich in diesem Bereich fit für die Zukunft machen wollen.

Wir freuen uns auf Ihre Anmeldung!



Composites United

Katharina Lechler

+49 821 26 84 11-05

@ katharina.lechler@composites-united.com

🌐 www.composites-united.com/bildung/



Composites United

Stefan Steinacker

📞 +49 821 26 84 11-13

@ stefan.steinacker@composites-united.com

🌐 www.composites-united.com/termine-und-events/





FOODS

KREISLAUFWIRTSCHAFT
CIRCULAR ECONOMY



Deutsch-japanische Kooperation

Gemeinschaftsprojekt HiPeR: High Performance Recycled Carbon Fiber Materials

Erfolgreiche internationale Forschung trotz Corona: Im Rahmen des Projektes HiPeR untersuchen japanische und deutsche Partner die Weiterentwicklung recycelter Kohlenstofffasern zu hoch gerichteten Textilien und deren Anwendung in der Automobilbranche (Japan) und Luftfahrt (Deutschland).

Am Anfang der Kette stehen die Partner CFRI (Japan) und CAR Fibertec, die recycelte bzw. aufbereitete Kohlenstofffasern zur Verfügung stellen. Geforscht wird zur Aufbereitung und Herstellung textiler Halbzeuge zu hoch gerichteten und hochwertigen Kohlenstofffasern, um den hohen Qualitätsansprüchen der Luftfahrt- und Automobilindustrie gerecht zu werden.

Fachkompetentes Netzwerk

Dabei fokussiert sich das Sächsisches Textilforschungsinstitut (STFI) auf die Entwicklung und Herstellung dieser textilen Halbzeuge mit hoher Faserorientierung. Mit breiten- und massevariablen rCF-Tapes soll besonders der Verformungsgrad im Vergleich zu verfügbaren Textilhälbzeugen aus Primär-Kohlenstofffasern erhöht und zugleich die Materialeinsatzkosten gesenkt werden. Angestrebt wird die gezielte MD-Orientierung der endlich langen Kohlenstofffasern während des Herstellungsprozesses.

Dabei unterstützt das Faserinstitut Bremen (FIBRE) durch die Entwicklung eines optischen In-Line-Messverfahrens zur Qualitätssicherung mit Fokus auf die Faserorientierungsverteilung und die bildanalytische Bestimmung des Orientierungsgrades. Mit Hilfe bildanalytischer Methoden soll so der Grad der erzielten MD-Faser-

orientierung bereits während des Herstellungsprozesses ermittelt werden. Wichtig ist dabei vor allem die Auswahl geeigneter Sensoren und Schutzvorkehrungen gegen den Kohlenstofffaserstaub, der aufgrund seiner elektrischen Leitfähigkeit die Sensorik und elektronischen Komponenten beschädigen kann.

Das Composite Technology Center / CTC GmbH (An AIRBUS Company) verarbeitet diese gerichteten Halbzeuge mit duroplastischen Matrixsystemen zu Luftfahrtkomponenten weiter, während die japanischen Partner IHI (Japan) und Morioku (Japan), wissenschaftlich unterstützt vom ICC (Japan), vorwiegend thermoplastische Werkstoffe für eine Automobilanwendung verfolgen.

Erfolgreiche Zusammenarbeit

Ein besseres Verhältnis zwischen Preis und mechanischer Leistungsfähigkeit von recycelten Kohlenstofffaserhalbzeugen gehört zum Hauptziel des Projektes. So soll ein hoher Ausrichtungsgrad der Kohlenstofffasern die mechanische Leistungsfähigkeit der textilen Halbzeuge verbessern, sodass das zu entwickelnde Textilprodukt möglichst vergleichbar mit den derzeit verwendeten unidirektionalen (UD) Halbzeugen ist. Referenzprodukte sind etwa UD-Bänder, die für den automatischen Bandlegeprozess (ATL) genutzt werden, oder Tows zur automatischen Faserdeposition (AFP). Eine entsprechende Ausrichtung des Projektes koordiniert federführend die CTC GmbH.

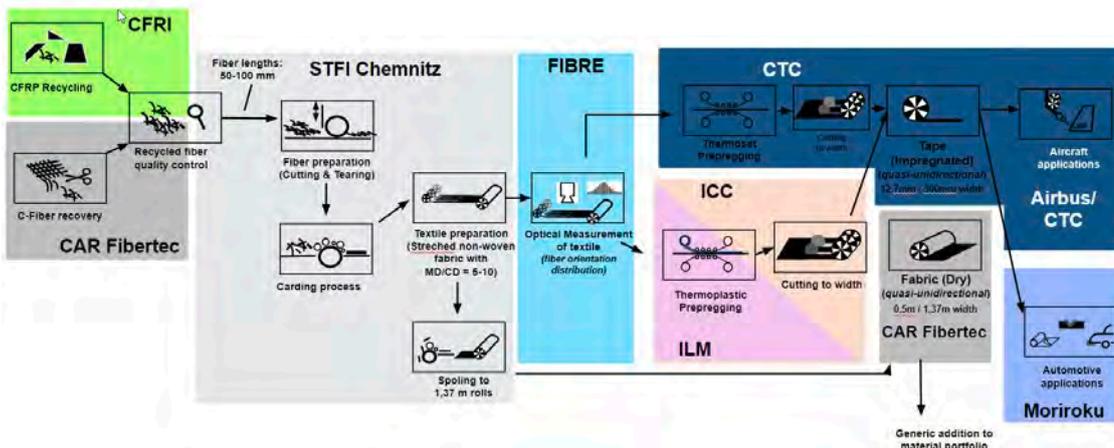
Nach zwei von drei Projektjahren konnte die Demonstration dieses „quasi-UD“-Halbzeuges in einem Luftfahrtbauteil, Teil der Flugzeugstruktur, erfolgreich durchgeführt werden. ■



Mit einer Laufzeit von drei Jahren, von 2020 bis 2023, erfuhr das Projekt die volle Breitseite der Corona-Pandemie. Doch dank des guten digitalen Austauschs und der fortlaufenden Arbeiten der Partner vor Ort konnte die Zusammenarbeit dennoch beinahe ungebremselt weitergehen.



Das Projektkonsortium dankt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung im Rahmen des Vorhabens „HiPeR: High Performance Recycled Carbon Fiber Materials“.



Prozesskette vom Recycling zum fertigen Bauteil, mit Aktivitäten der Verbundpartner

Process chain from recycling to finished component, with activities of the collaborative partners

German-Japanese Cooperation

Joint project HiPeR: High Performance Recycled Carbon Fiber Materials

Successful international research despite Corona: As part of the HiPeR project, a consortium of Japanese and German partners is investigating the further development of recycled carbon fibers into highly directional textiles and their application in the automotive (Japan) and aerospace (Germany) industries.

At the beginning of the chain are the partners CFRI (Japan) and CAR Fibertec, who provide recycled and reprocessed carbon fibers, respectively. Research is being carried out into preparation and production of textile semi-finished products into highly oriented and high-quality carbon fibers in order to meet the high quality demands of the aviation and automotive industries.

Competent network

In this context, the Saxon Textile Research Institute e.V. (STFI) focuses on the development and production of these textile semi-finished products with high fiber orientation. With width and mass-variable rCF tapes, especially the degree of deformation shall be increased compared to available textile semi-finished products made of primary carbon fibers and at the same time the material input costs shall be reduced. For this the targeted MD orientation of the finite length carbon fibers during the manufacturing process is aimed at.

Support provides the Faserinstitut Bremen (FIBRE) by developing an optical in-line measurement method for quality assurance with a focus on fiber orientation distribution and image-analytical determination of the degree of orientation. With the help of image-analytical methods, the degree of MD fiber orientation achieved is thus to be determined already during the manufacturing process. The selection of suitable sensors and the consideration of protective measures against carbon fiber dust,

which can damage the sensor technology and the electronic components due to its electrical conductivity, are of particular importance.

The Composite Technology Center / CTC GmbH (An AIRBUS Company) is further processing these straightened semi-finished products with thermoset matrix systems into aerospace components, while the Japanese partners IHI (Japan) and Morioku (Japan), scientifically supported by the ICC (Japan), are primarily pursuing thermoplastic materials for an automotive application.

Successful cooperation

A better relationship between price and mechanical performance of recycled carbon fiber semi-finished products is one of the main goals of the project. Thus, a high degree of alignment of the carbon fibers should improve the mechanical performance of the textile semi-finished products so that the textile product to be developed is as comparable as possible to the unidirectional (UD) semi-finished products currently in use. Reference products include UD tapes used in the automatic tape laying (ATL) process and tows used in automatic fiber deposition (AFP). CTC GmbH is in charge of coordinating a corresponding orientation of the project.

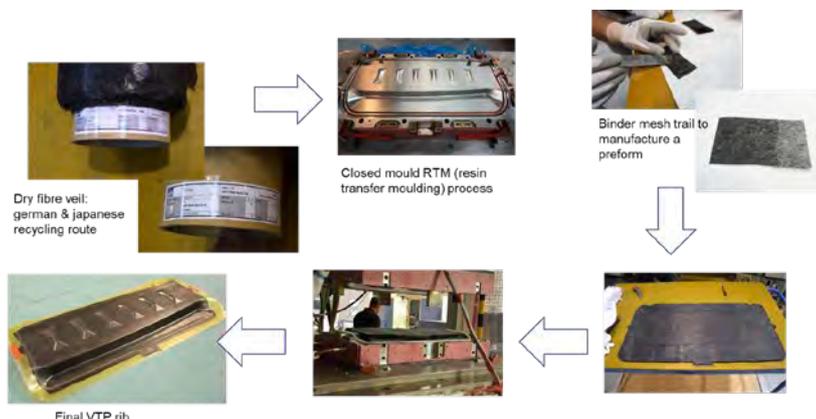
After two of three project years, the demonstration of this “quasi-UD” semi-finished product in an aerospace component, a part of the aircraft structure, was successfully performed. ■



Running for three years, from 2020 to 2023, the project experienced the full broadside of the Corona pandemic. But thanks to good digital exchanges and ongoing work by partners in the field, the collaboration was still able to continue almost unabated.



The project consortium would like to thank the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) for funding the project “HiPeR: High Performance Recycled Carbon Fiber Materials”.



Fertigungsprozess einer Seitenleitwerksrippe aus gerichtetem rCF-Textil im RTM-Verfahren

Manufacturing process of a fin made of oriented rCF textile using the RTM process

i Composite Technology Center/CTC GmbH
 (An AIRBUS Company), Stade
 +49 4141 938 57-0
 www.ctc-composites.com

Marc Fette, CEO
 @ marc.fette@airbus.com
Tassilo Witte, Clusterleiter Cabin Structures
 @ tassilo.witte@airbus.com

Heureka NeuRecA

SMC-Halbzeuge auf rCF-Basis für strukturelle Hochtemperatur-Anwendungen

Faserverstärkte Kunststoffe auf Basis von Kohlenstofffasern nehmen in vielen Branchen mit Leichtbauanforderungen eine Schlüsselrolle ein. Neuartige SMC-Halbzeuge ermöglichen es, diese Fasern sinnvoll zu recyceln und in einen Materialkreislauf zu integrieren.

Neben den bekannten ökonomischen Herausforderungen des reinen Leichtbaus rückt der ökologische Leichtbau mit den Forderungen nach nachhaltigen Lösungen und recyclingfähigen Materialien immer stärker in den Fokus. Dieses Ziel kann für kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) nur durch eine konsequente ganzheitliche Kreislaufwirtschaft erreicht werden.

So sieht es aus

Die durchschnittlichen Wachstumsraten in der CFK verarbeitenden Industrie liegen jährlich bei 10–13%. Der CFK-Bedarf im Jahr 2023 wird auf rund 197.000 Tonnen geschätzt. Eine Abfallquote in der Produktion von ca. 30% entspricht einer zu recycelnden Menge von 66.000 Tonnen neuwertigen Kohlenstofffasern. Weiterhin gilt es, End-of-Life-(EoL-)Bauteile unter Beibehaltung größtmöglicher mechanischer Eigenschaften zu recyceln. Sie setzen sich aus ca. 1/3 Produktionsabfällen und 2/3 EoL-Bauteilen zusammen.

Diese Rahmenbedingungen erfordern einen ganzheitlichen und innovativen Lösungsansatz. Bei aktuellen Recyclingprozessen werden Bauteile und Fasern meist geschreddert und an-

schließend der Pyrolyse zugeführt. Dies führt zu einer Einkürzung der Fasern, wodurch in der Regel meist nur noch ein „down-cycling“ statt eines effizienten Recyclings möglich ist.

Das Gas macht's

Das Verbundprojekt NeuRecA verfolgt daher eine zielgerichtete Materialentwicklung zur Wiederverwendung in neuen CFK-Anwendungen – sowohl für Kohlenstofffaser-Produktionsabfälle (Verschnitt von CF-Textilien und Spulendrete) als auch für recycelte und aufbereitete Kohlenstofffasern aus der Pyrolyse von End of Life (EoL)-Bauteilen. Das kann den ökologischen Fußabdruck von kohlenstofffaserverstärkten Bauteilen deutlich verkleinern und die Attraktivität des Werkstoffs weiter steigern.

Im Vergleich zu neuen (virginen) Kohlenstofffasern verbrauchen recycelte Kohlenstofffasern (rCF) ca. 5–10% der eingesetzten Primärenergie. Im Projekt werden die Kohlenstofffasern in einer Pyrolyse aufbereitet. Dabei handelt es sich um einen thermisch-chemischen Recyclingprozess unter Inertgasatmosphäre, bei dem die Matrix in eine Gasphase übergeführt wird und die Kohlenstofffasern ohne äußere Beschädigungen zurückgewonnen werden können.

So geht es weiter

Anschließend werden die so gewonnenen Kohlenstofffasern zu einem Stapelfasergarn versponnen und mit einem Hochtemperatur-Epoxidharzsystem zu einem Sheet Molding Compound (SMC)-Halbzeug verarbeitet. Parallel zur Halbzeugentwicklung werden umfangreiche analytische Versuche wie etwa DSC oder TMA durchgeführt. Zusätzlich wird die chemische Beständigkeit des Halbzeuges untersucht, was etwa bei möglichen Luftfahrt-Anwendungen von besonderem Interesse ist.

Das SMC-Verfahren zur Fertigung und Verarbeitung der Halbzeuge ermöglicht hohe Designfreiheit bei gleichzeitig wirtschaftlichen und effizienten Fertigungsprozessen. Mit einem entsprechenden Epoxidharz entstehen so SMC-Halbzeuge auf Basis recycelter Kohlenstofffasern, die in thermisch hoch belasteten strukturellen Bereichen eingesetzt werden können – ein erster wichtiger Meilenstein in Richtung nachhaltiger CFK-Verbundwerkstoffe. ■

Tretlagerknoten, Verkleidungselement mit Rippen

Bottom bracket node, cladding component with ribs



Flugzeugfelge aus SMC

Airplane rim made from SMC

Rational CFRP recycling

SMC semi-finished products based on rcf for structural high-temperature applications

Fiber-reinforced polymers based on carbon fibers play a key role in many industries with lightweight construction requirements. This applies primarily to aviation and automotive technology, but increasingly also to the leisure and sports sector. Novel SMC semi-finished products enable these fibers to be sensibly recycled and integrated into a material cycle.

In addition to the familiar economic challenges of pure lightweight construction, ecological lightweight construction with demands for sustainable solutions and recyclable materials increasingly comes into focus. This objective can only be achieved for carbon fiber reinforced plastics (CFRP) by consistently pursuing a holistic circular economy.

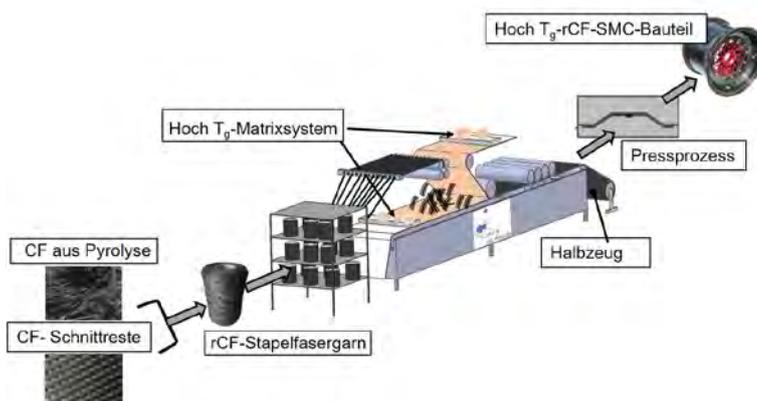
This is how it looks

The average annual growth rates in CFRP processing industry are 10–13%. In 2023, CFRP demand is expected to be around 197,000 tons. With a waste rate of approx. 30% in production, this leads to a quantity of 66,000 tons of virgin carbon fibers to be recycled or recovered. They consist of about 1/3 production waste and 2/3 end-of-life (EoL) components. These conditions call for a holistic and innovative approach.

The gas does it

In current recycling processes, components and fibers are usually shredded and subsequently pyrolyzed. This shortens the fibers, which only enables „down-cycling“ instead of efficient recycling. In the NeuRecA joint project, therefore, targeted material development for reuse in new CFRP applications is taking place, both for carbon fiber production waste (offcuts from CF textiles and coil remnants) as well as for recycled and processed carbon fibers from the pyrolysis of EoL components. This can significantly reduce the environmental footprint of carbon fiber-reinforced components and further increase the attractiveness of the material.

Compared to new (virgin) carbon fibers, recycled carbon fibers (rCF) consume approx. 5–10% of the primary energy used. In the course of the project work, the carbon fibers are processed in a pyrolysis procedure. This is a thermal-chemical recycling process under an inert gas atmosphere, in which the matrix is converted into a



Schematisch vereinfachte Prozesskette von NeuRecA zur Herstellung von Hoch-Tg-rCF-SMC-Bauteilen
Schematically simplified NeuRecA process chain for the production of high-Tg rCF SMC components

gas phase and the carbon fibers can be recovered without external damage.

This is how it goes on

The carbon fibers thus recovered are spun into a staple fiber yarn and, combined with a high-temperature epoxy resin system, processed into a sheet molding compound (SMC) semi-finished product. In parallel to the SMC development, extensive analytical tests, such as DSC or TMA, are carried out. In addition, the chemical resistance of the semi-finished product is investigated which is of particular interest for potential applications in aerospace sector.

The SMC process in production and processing of semi-finished products allows for a high degree of design freedom combined with economical and efficient manufacturing processes. Thus, in combination with an appropriate epoxy resin, SMC semi-finished products based on recycled carbon fibers are developed which can be used in structural areas subject to high thermal loads – an important first milestone towards sustainable CFRP composites. ■



Projektpartner | Partners:
Blackwave GmbH | Bereich Luftfahrt, Automobil | Taufkirchen

i Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) GmbH, Kaiserslautern
www.ivw.uni-kl.de
Dr.-Ing. Florian Gortner
+49 631 2017-439
florian.gortner@ivw.uni-kl.de
M. Sc. Stefan Buchalik-Bopp
+49 631 2017-436
stefan.buchalik@ivw.uni-kl.de

Neo-Ökologie

Papiertechnik reduziert CO₂-Footprint und recycelt Trendwerkstoff Carbon

Mit einer hochmodernen Nassvliesanlage forscht das Fraunhofer IGCV in Augsburg derzeit an der Rückführung rezyklierter Carbonfasern. Die Anlagentechnik ähneln derjenigen in der Papierherstellung. Der entscheidende Unterschied: Nicht Papierfasern werden zu Papier, sondern recycelte Carbonfasern werden zu Vliesstoff-Rollwaren verarbeitet.

Längst finden sich Nassvliesstoffe nicht mehr nur in klassischem Papier, die Anwendungsfelder erstrecken sich vielmehr von Klebstoff-Trägerfilmen über Verpackungsmaterial bis Banknoten mit prozessintegrierten Wasserzeichen und Sicherheitsmerkmalen.

Künftig kommen besonders nachhaltige Technologiefelder rund um Batteriekomponen-

» Die Nassvliestechnologie für technische Fasern erfährt derzeit eine Revolution.«

Michael Sauer, Forscher am Fraunhofer IGCV

ten, Brennstoffzellen-Elemente, Filtrationschichten und funktionsintegrierte Werkstofflösungen, etwa mit EMI-Abschirmfunktion, hinzu.

Technisch (fast) kein Limit

Die Nassvliesanlage des Fraunhofer IGCV in Augsburg kann verschiedenste Fasermaterialien wie Natur-, Regenerat- und Synthetikfasern – vor allem recycelte Carbonfasern – zu neuartigen Vliesstoffen verarbeiten. Sie ist gezielt als Pilot-Linie im Technikums-Maßstab ausgelegt und ist höchstflexibel hinsichtlich Materialvarianten und Prozessparametern. Zudem wird eine ausreichend hohe Produktivität gewährleistet, um nachfolgend skalierte Verarbeitungsversuche (z. B. Demonstrator-Fertigung) zu ermöglichen.



Die Vliesstoff-Rollware aus rCF findet sich in Türverkleidungen wieder, in Motorhauben, Dachstrukturen, als Unterbodenschutz, Hitzeschilder oder im Flugzeug-Interieur.



Hybridvliese aus recycelten Carbonfasern und thermoplastischen Matrixfasern

Der Hauptarbeitsbereich der Nassvliesanlage bezieht sich auf folgende Kenngrößen:

- Prozessgeschwindigkeit bis zu 30 m/min
- Rollenbreite von 610 mm
- Flächengewichte realisierbar 20–300 gsm
- Gesamtanlage Schutzklasse \geq IP65 für Verarbeitung z. B. leitfähiger Faserwerkstoffe
- Anlagen-Design auf Basis einer Schrägsieb-Anordnung mit hoher Entwässerungsleistung (u. a. für die Verarbeitung stark verdünnter Fasersuspensionen oder für Materialvarianten mit hohem Wasserrückhaltevermögen)
- Modulares Anlagendesign mit höchstmöglicher Flexibilität für schnellen Wechsel der Materialvariante oder der Prozessparameter

Forschungsschwerpunkt Carbonrecycling

Im Bereich technischer Stapelfasern forscht das Fraunhofer IGCV an der Verarbeitung recycelter Carbonfasern. Aktuelle Forschungsinhalte in diesem Zusammenhang umfassen Verständnis, Optimierung und Weiterentwicklung von Bindermittelsystemen, Faserlängen bzw. Faserlängenverteilungen, Faserorientierung sowie Vliesstoffhomogenität.

Zudem steht die Integration von digitalen und KI-gestützten Methoden im Rahmen eines Online-Prozess-Monitorings im Fokus. ■



Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV, Augsburg
Recycling und nachhaltige Composite Materialien
www.igcv.fraunhofer.de

Michael Sauer

+49 821 90678-238

@ michael.sauer@igcv.fraunhofer.de

Violetta Schumm

+49 821 90678-273

@ violetta.schumm@igcv.fraunhofer.de

Vliesrolle aus der Nassvliesanlage



Fügen statt Entsorgen

Kontinuierliches Recycling von Organoblechverschnitten

Drei Projektpartner arbeiteten im Forschungsprojekt CIRC – Complete Inhouse Recycling of Thermoplastic Composites – zusammen. In dieser Kooperation entstand erstmalig eine Lösung für das Recycling von Organoblechverschnitten ohne Auftrennen des Werkstoffverbunds und das Zerkleinern der Faserstruktur unter weitgehender Beibehaltung der ursprünglichen Materialeigenschaften.

Organobleche sind vorimprägnierte thermoplastische Halbzeuge mit einer Matrix aus beispielsweise PP oder PA. Sie werden vorwiegend im Automobil- und Luftfahrtbereich zur Serienherstellung einer Vielzahl von Leichtbau-Bauteilen eingesetzt. Dabei werden die flachen Organobleche unter Wärmeeinwirkung in die finale komplexe Bauteilgeometrie umgeformt.

Vor diesem Thermoformprozess wird das Material entsprechend der angestrebten Bauteilgeometrie zugeschnitten, wobei sich ein nicht unerheblicher Verschnitt ergibt. So werden in der Automobilindustrie bei der Vorbereitung der Organobleche Verschnitttraten zwischen 30% und 50% des eingesetzten Materials erzeugt.

Doppelte Verschwendung verhindern

Dieser hohe Verschnittanteil ist doppelt kritisch, da neben dem Einkauf der teuren Grundwerkstoffe bereits diverse kostenintensive Verarbei-

tungsschritte wie das Imprägnieren der Fasern stattgefunden haben. Aktuelle Recycling-Anwendungen sehen das Zerkleinern der Faserstruktur und das Auftrennen von Matrix und Fasern vor. Beide Methoden gehen jedoch einher mit dem Verlust der Faserverbundstruktur und den damit verbundenen hervorragenden mechanischen Eigenschaften des Ausgangsprodukts.

Dieses Problem lösten in einem gemeinsamen Forschungsprojekt die Firmen Schindler Handhabetechnik GmbH und Vision Control GmbH sowie das Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF der Universität Stuttgart. Zusammen entwickelten sie ein System, das die effiziente und wirtschaftliche Nutzung der Verschnitte unter annähernder Beibehaltung der ursprünglichen Materialeigenschaften ermöglicht.

Mehrstufiger Prozess

Die Verschnittreste durchlaufen einen kontinuierlichen mehrstufigen Prozess, beginnend mit der Erfassung der Geometrie- und Materialdaten der einzelnen Verschnittstücke. In einer Analysestation wird dabei über ein optisches Vermessungs- und Bildverarbeitungsprogramm unter anderem die exakte Kontur, die Materialdicke und Faserorientierung ermittelt und in einer Datenbank gespeichert.

Die vermessenen Verschnitte werden dann in einem logistischen La-

i Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF, Universität Stuttgart

Dipl.-Ing. Philipp Schleicher

☎ +49 711 970 16 94

@ philipp.schleicher@

iff.uni-stuttgart.de

🌐 www.iff.uni-stuttgart.de

gersystem gelagert, das über einen mehrachsigen Roboterarm und einen neuartigen Sauggreifer kontinuierlich befüllt wird. Basierend auf den erfassten Geometrie- und Materialdaten berechnet eine Software zeitgleich die Positionierung und Ausrichtung der vorliegenden Verschnitte im Lagersystem, die zur Zusammensetzung eines vollständigen neuen Organobleches notwendig sind.

In einem letzten Schritt entnimmt der Sauggreifer die entsprechenden Verschnitte aus dem Lager und positioniert sie in einer Heizpresse. Im darauffolgenden Konsolidierungsprozess werden die einzelnen Verschnittstücke zu einem vollständigen Organoblech verpresst. Über ein nachgeschaltetes Thermographiesystem erfolgt abschließend eine Qualitätsüberprüfung des neu gefügten Organoblechs.

Wesentliche Alleinstellungsmerkmale des Systems

- Im beschriebenen Analyseprozess kann eine Vielzahl geometrisch unterschiedlicher Verschnitttypen dynamisch verarbeitet werden. Dies führt zu einer Recyclingrate von mindestens 85%.
- Die gefügten Organobleche erreichen eine mechanische Stabilität von bis zu 90% neugefertigter Bleche.
- Das System ist skalierbar und auf individuelle Anwendungen und Materialien übertragbar. ■

Demonstratoranlage mit Analysestation, Greifarm, Lagersystem und Presseinheit



Young hopefuls

Wind turbine blades in the focus of circular economy performance

Wind power remains a central component of the world's renewable energy strategies. Owens Corning is proud to produce glass used in the reinforced composite materials that make wind turbine blades and nacelles. To fulfill wind power's potential, we also recognize the need to develop end-of-life solutions for these blades. Left unchecked, there could be as much as 2.2 million metric tons of high-volume wind blade waste in landfills by 2050 in the U.S. alone.

In addition to extending the service life of turbine blades, from 20 years to 30 or 40 years, we have been looking at ways to close the loop where waste is concerned. Besides, efforts are being made to find above-ground storage options, which allow for a quick transformation from end-of-life in a landfill to other, more beneficial solutions.

For example, the materials can be used in cement kilns where energy and chemical content can be extracted, and the remaining inorganic materials are a raw material source for the cement.

Pelletization for re-use

We are collaborating with industry partners to develop processes to cut and section wind blades, strip them of their metal, and shred them. We are also working with startup compa-

nies to conduct controlled pyrolysis processes for successful recovery of energy and glass fiber.

In addition, current efforts are underway with the National Renewable Energy Laboratory and blade manufacturers to pelletize the shredded blade as a potential molding material for new wind blades. The pellets can also be used as a molding material for a variety of applications, including use in packaging, decking, and railroad tie manufacturing. The challenge is to do this economically, at the scale required to fully divert blades from the landfill.

Fully recyclable blades ...

Owens Corning is also a partner in the ZEBRA (Zero Waste Blade Research) project in Europe, a cross-sector consortium launched in 2020 to develop the first 100% recyclable wind turbine blade. A number of products have been manufactured with input from our Chambéry wind lab, including glass fiber reinforcements that enhance composite performance when used with a new thermoplastic resin. In addition, testing is ongoing to identify resin-matrix interface properties that will deliver the optimal solution for our customers.

... and other challenges

Owens Corning has also been invited to participate and is engaging with another ongoing European consortium focused on deconstructing



In the U.S., Owens Corning collaborates with organizations such as the American Composite Manufacturers Association (ACMA) and the Institute for Advanced Composites Manufacturing Innovation (IACMI), as well as other stakeholders in the wind industry value chain to develop solutions to effectively deal with this amount of waste. In Europe, Composites United e. V. (CU) is an important partner.

ZEBRA – first fully recyclable wind turbine blade





Daunting – to fulfill wind turbines' potential, end-of-life solutions for the materials they consist of need to be developed

and recycling first generation wind turbine blades. They use thermoset resins which by design are more difficult to deconstruct and recycle.

Owens Corning will be exploring options to rejuvenate recovered glass fibers from these processes or remelt in our production facilities, which effectively converts unusable glass to new glass made from recycled content. ■

i Owens Corning, Frankfurt/Main
Jens Boelke, Strategic Marketing | Global Wind Pultrusion Program Manager
 +49 152 28 56 38 99
 @ jens.boelke@owenscorning.com
 www.owenscorning.com



© UBT / Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD

Kaskadenmodell

Weiternutzen von Leichtbauprodukten aus Monomaterial

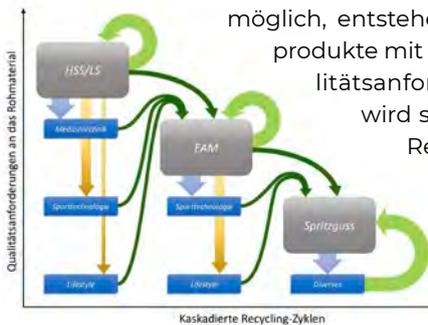
Der Trend zum Hybriden Leichtbau erschwert leider das Recycling. Bauteile aus Monomaterial sind einfacher zu recyceln, was Ressourcen effektiv schont. Im Projekt MonoMat wollen Forschende und Industriepartner in Bayreuth mittels additiver Fertigung Leichtbauprodukte für Medizin, Sport und Lifestyle aus nur einem Werkstoff herstellen.

Das Material soll wiederholt mit möglichst geringen Verlusten recycelt und in verschiedenen Produktklassen eingesetzt werden können. Das wären etwa Sohlen für Laufschuhe, Schuhplatten, Schienbeinschoner, Prothesen oder Orthesen. Das an der Uni Bayreuth für Design, Produktion und Recycling solcher Produkte konzipierte Kaskadenmodell verknüpft vier High-tech-Verfahren: High Speed Sintering (HSS), Laser Sintering (LS), Extrusion Additive Manufacturing (EAM) und Spritzgießen.

Von einem zum anderen

Projektziel von MonoMat ist, „die im Additiven Fertigungsverfahren verwendeten Materialien möglichst vollständig und wiederholt so zu recyceln, dass sie Teil einer branchenübergreifenden ökologischen Kreislaufwirtschaft werden“, erklärt Projektleiter Prof. Dr.-Ing. Stephan Tremmel vom Lehrstuhl Konstruktionslehre und CAD der Universität Bayreuth.

Am Anfang des Kaskadenmodells steht die Additive Fertigung individualisierter Medizinprodukte in herausragender Qualität. Ist dies nach Recycling nicht mehr



Kaskadierte Recycling-Zyklen
 Konzept der kaskadierten Recycling-Zyklen



Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz fördert das Vorhaben bis Ende 2023 mit knapp 1,3 Mio. Euro.

möglich, entstehen Sport- und Lifestyleprodukte mit leichter erfüllbaren Qualitätsanforderungen. Auch dies wird so oft wiederholt, bis das

Recyclingmaterial schließlich für das Spritzgießen in der Massenerzeugung weiterverwendet wird. Konkrete Leichtbau-Demonstratoren sollen die Möglichkeiten und Grenzen dieses neuen Ansatzes ausloten.

Ein Sonderaspekt sind die Treibhausgas-Emissionen, die das Kaskadenmodell eingespart. ■

i NMB Neue Materialien Bayreuth GmbH, Bayreuth
 +49 921 507 36-0
 @ info@nmbgmbh.de
 www.nmbgmbh.de

Universität Bayreuth
 Forschungsstelle Campus Additive.Innovationen (CA.I)
 +49 921 55-7309
 @ cai@uni-bayreuth.de
 www.additive-innovationen.uni-bayreuth.de

Yes, we can

Addressing the needs of carbon fibre industry and the environment

As an environmentally responsible organization, Swiss-based Sasit Lab has come up with “an unmatched solution to the menace of environmental pollution. To maintain the ever-green goal, we have embraced recycling techniques, and our planet will feel our impact. We will continue to improve our research to ensure 100% recycling of carbon fibre products”.

The carbon fibre industry contributes to environmental pollution due to its increased production of CFRP leading to inappropriate disposal of wastes. Additionally, it leads to increased consumption of non-renewable sources resulting in environmental pollution. Carbon fibre products are also not easily recyclable, thus worsening their impact on the environment.

Need for change

The industry needs to find a solution because of production cost. CFs are quite expensive to produce in terms of energy consumption as it takes up to 165kWh per kg, and the prices of raw materials is 50€ per kg. Additionally, it costs the industry approximately 0.30€ per kg to dispose waste material. Recycling would be useful to the company where it converts what otherwise would be waste disposal into profitable useful material. Over this matter, European legislation has enforced strict control. It is required that ve-

hicles disposed of after the year 2015 must be at least 85% recyclable.

Chemical solution for recycling carbon fibre

Sasit Lab's solution includes an effective mild chemical recycling method of CFRP waste as green alternatives. In this process, some solvents and catalysts are used to depolymerise the thermoset polymer matrix where they break down the cross-linked chemical bonds.

The polymer can either be totally depolymerised back to its monomers state or partially depolymerised into oligomers state or other industrial chemicals. Chemical treatment includes the possibility to adjust the properties of the reaction medium, e.g. by changing the solvent, catalyst type and temperature.

In the solvolysis process offered in Sasit Lab, there is use of mild oxidant and recommended acid as a solvent and also the utilization of photocatalytic reaction used in recycling CFRPs aerospace waste.

The method has been proved to be successful in recycling carbon fibres to form the polymer matrix while having the mechanical prop-

» This chemical treatment method of recycling carbon fibre has received a lot of attention.«

Hangama Wanner, CEO

erties of virgin CF in ambient pressure and relatively low temperature. The process also minimizes the environmental issues which can be faced during recycling.

Double benefit

Sasit Lab's project contribution can be realized in two different scenarios. Firstly, waste CFRPs can be recycled through the facile and green chemical recycling technique.

Secondly, there is the high quality recycling of CFs, where the major properties of carbon can be preserved and undergo minor reduction in mechanical properties to ensure it reproduces a new composite and adds economic value. ■

i SASIT Lab
Sasan Innovation & Technology
CH-Zug
Hangama Wanner, CEO | Founder
☎ +41 79 821 07 35
@ hw@sasit.ch
🌐 www.sasit.ch



Lifetime extension

Extending the lifetime of composites to prevent waste

With HealTech™ CompPair has developed the first healable composite material solution. A one-of-a-kind material technology, HealTech™ prevents waste by building healable composite structures. 400x faster than current repair options on average, HealTech™ prepregs enable on-site repair down to one minute in composite structures.

The semi-autonomous healing system allows parts to recover initial properties after undergoing a short heat treatment to fix damage events on the polymeric matrix.

Waste prevention through healing

The waste management hierarchy ranks different categories, setting an order of desirability. Preference should be given to waste prevention, as it reduces the need of resources. Following this, re-use is highly recommended, avoiding waste treatment in further processes such as recycling, other types of recovery, or landfilling which should be the last options to consider.

» We create a material with embedded self-healing.«
Amaël Cohades, CEO and co-founder

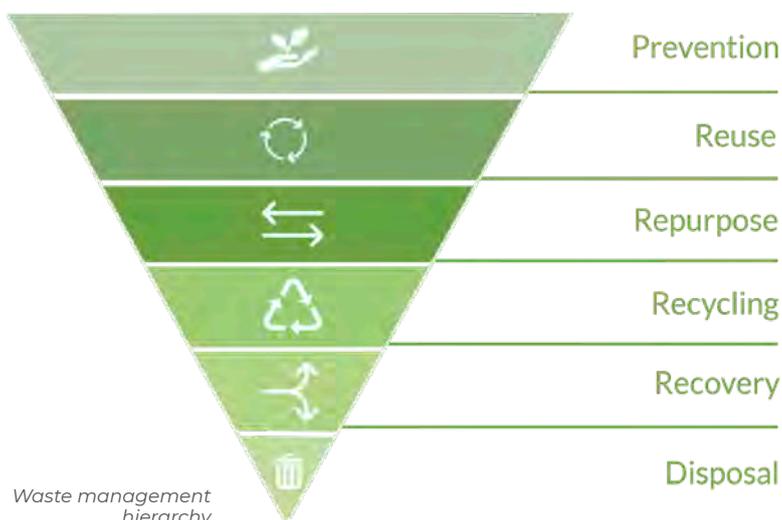
CompPair is active in the prevention stage: through healing, we give composite structures an intrinsically extended lifetime. The HealTech™ technology creates a material with embedded self-healing.

This key feature avoids the need to replace damaged parts. We postpone the end-of-life through maintenance of materials, with a proven reduction in impact damage and demonstrated healing capabilities.

Original research article

An internal environmental impact assessment showed that the footprint of HealTech™'s healing is up to 258 times lower than discarding and replacing a standard composite part which is not repaired when damaged.

When compared to a conventional repair method on a standard composite, CompPair's healing treatment is 150 times lower in terms of CO₂, as there is no input of extra raw materials. Although the assessment considered a sin-



Waste management hierarchy

gle use of HealTech™'s healing, the technology can be used up to 60 times on the same part, bringing considerably larger CO₂ emission savings. While extending the lifetime of composites is the greatest benefit of the HealTech™ technology, we also keep the same materials in use for as long as possible, reducing input of raw materials. Indeed, the composites industry depends on energy-intensive resources such as carbon fibres.

By extending the lifetime of a carbon composite part and then, ultimately, recycling the fibres upon the end of life and reinputting them in the industry, we can seriously reduce the need for virgin carbon fibres.

Towards commercial applications

HealTech™ is compatible with existing manufacturing at comparable performances with commercial composites, while providing the opportunity to drastically reduce maintenance costs. In addition, manpower needs can be vastly decreased, repair time shifting from four hours to a few minutes.

Preventive repairs of composite parts can overcome a significant challenge of the industry, delaying inevitably occurring damage to the

fibres. CompPair strives to tackle composite limitations leading the decisive turning point for the industry by extending the lifetime of products and preserve resources. ■



Frontiers in Materials: Original research article



CompPair Technologies SA,
 CH-Lausanne
Amaël Cohades, CEO | Co-founder
Emilie Malek, Marketing Manager
 ☎ +41 21 353 01 85
 @ contact@comppair.ch
 🌐 www.comppair.ch

Closing the loop

Establishing circular approaches for carbon and glass fibre composites

Within MC4 project, short for Multi-level Circular Process Chain for Carbon and Glass Fibre Composites, 15 European partners associate their skills and know-how, thus enabling the collaborative creation of a sustainable and viable circular process for composites. MC4 is set to be achieved in March 2025.

Composites are essential in numerous technical applications, for which their lightweight properties and high performances are especially valued. However, the European carbon and glass fibre value chains need to be optimized on two major levels: the environmental and economical efficiencies.

Four contextual targets

Currently, up to 40% of the material is wasted in the production process, and after a lifetime of 15 to 30 years, 98% of the material ends up in a landfill with no hope to be recycled (1). With a yearly use of about 110.000 tons of carbon fibre (2) composites parts and 4,5 million tons of glass fibre (3) composites, the environmental impact needs to be addressed.

In addition, the current competitive position of Europe (4) in these value chains needs to be improved in order to be less dependent from foreign sources. 80% of the virgin carbon and glass fibre manufacturing is done outside of Europe, and when the manufacturing is done in Europe, its technologies are often licensed from foreign countries.

Objectives and actions

MC4 will tackle these issues by implementing research and innovation actions taking into account the specific needs of the two value chains, by:

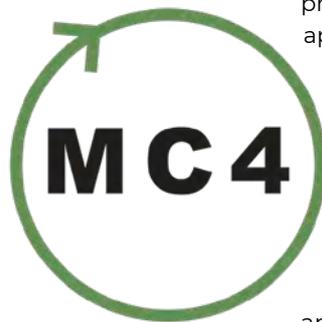
- Establishing a multi-level circular process for carbon and glass fibre composites, with processes developed for both a short term and a long term impact on the industry
- Developing performant and economically realistic processes that are adapted to the specificities of the two value chains
- Giving to the European industry the means to master and own its patented manufacturing processes of recycled materials

More specifically, MC4 will base the development of the recycling processes on chemical matrix/fibre separation for carbon fibre, and on

a new type of resin for the direct re-use of the composite material for glass fibre. As a result, and with the use of a proper quality grading of the recycled material, MC4 will set up processes for reaching a 60% recycling rate within the supply chains, and will ensure the possibility to properly use the recycled materials in different applicative domains.

In order to achieve its objectives, MC4 gathers 15 partners covering the whole value chains: process developers, material manufacturers, composite parts manufacturers, and users.

Within this consortium the German partner STFI is contributing its expertise in processing and recycling of carbon fibers and carbon fiber composite components to various work packages. In addition to the production of nonwovens and their testing, the focus is on the production of demonstrators, but also on corresponding LCA and economic feasibility studies. ■



MC4 is funded by the European Union under the call HORIZON-CL4-2021-RESILIENCE-01-01 in the Horizon Europe research framework program. The duration of the project is from April 2022 to March 2025.

i MC4 – Multi-level Circular Process Chain for Carbon and Glass Fibre Composites
 www.mc4-project.eu

c/o **STFI** Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V., Chemnitz
 @ stfi@stfi.de
 c/o Profactor, A-Steyr-Gleink
Christian Eitzinger, coordinator MC4
 @ christian.eitzinger@profactor.at

7 countries, 15 partners

MC4 gathers 15 partners from seven different European countries, covering the whole value chain: process developers, material manufacturers, parts manufacturers, end users. The consortium of MC4 is coordinated by Profactor. The partners are:

- Profactor (Austria)
- FIDAMC (Spain)
- GAIKER (Spain)
- CIDETEC (Spain)
- STFI (Germany)
- 3B Fibreglass (Belgium)
- VDL Fibertech Industries (the Netherlands)
- CEA (France)
- Techtera (France)
- Amura (Spain)
- Managing Composites (Spain)
- IRES (Greece)
- LAB23 (Italy)
- Chomarar (France)
- i-RED (Austria)



MC4 will most likely attend JEC World 2023.



MEMBERS

Flugzeugbau trifft Architektur

TFP ermöglicht maßgeschneiderte Bio Composite Strukturen für die Architektur



Im Rahmen einer engen Kooperation arbeiteten Forschende und Studierende dreier Institute der Universität Stuttgart in den vergangenen fünf Jahren gemeinsam an neuen Konzepten, Verfahren und Materialien zur Herstellung nachhaltiger architektonischer Leichtbauelemente. Partner waren 1) das Institut für Flugzeugbau (IFB), 2) das Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen, Abteilung Biobasierte Materialien und Stoffkreisläufe in der Architektur am Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen (BioMat am ITKE) und 3) das Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie (IGVP).

Um Faserlege-Wissen aus dem Flugzeugbau für den Strukturleichtbau in die Architektur zu transferieren, wurde interdisziplinär geforscht. IFB, ITKE und IGVP bündelten ihr Fachwissen, um das Tailored Fibre Placement Verfahren für die Architektur nutzbar zu machen. Ein spezieller Fokus lag hierbei auf dem Einsatz bio-basierter Materialien.

Das textile Preforming-Verfahren Tailored Fibre Placement (TFP) sollte auf architektonische Anwendungen übertragen und Entwurfsmethodiken darauf angepasst werden. TFP wird klassischerweise in Luftfahrtanwendungen oder in Sonderlösungen für strukturelle hochbelastete Bauteile angewandt. Es ist ein extrem energiearmes Verfahren zur endkonturnahen und lastpfadgerechten Faserablage, das für Stückzahl 1 bis zur Großserie eingesetzt wird.

Verstärkungsfasern waren Flachfasern, die sowohl ausreichend und in technisch hoher Qualität verfügbar sind, als auch ähnliche mechanische Kennwerte aufweisen wie Glasfasern.



Material der Zukunft: Biologisch abbaubares Fassadenpaneel aus Flachs mit Chitosanmatrix

Material of the future: Biodegradable facade panel made from flax with chitosan matrix

Biologisch abbaubares Material

Als Matrix wurden u. a. teilweise-biobasierte Epoxidharze verwendet. Diese erfüllen zwar die mechanischen Anforderungen und sind teilweise CO₂-neutral, sind aber, wie erdölbasierte Varianten, nicht biologisch abbaubar. Ein ökologischer Plus ist, dass nun mithilfe des IGVP erstmals das neue Matrixsystem Chitosan in einem wasserbasierten Verfahren eingesetzt werden konnte. Dieses Polymer basiert auf Chitin, dem weltweit zweithäufigsten Biopolymer, das vor allem in Pilzen und Schalentieren vorkommt und biologisch abbaubar ist.

Design und Fertigung

Moderne, individuelle Bauwerksgeometrien wurden durch parametrische Konstruktionen berücksichtigt. Parallel wurden werkzeuglose Aushärteverfahren und/oder adaptive Werkzeugformen entwickelt. Sie machen dieses Prinzip erst möglich, da jedes einzelne Bauteil einer Gesamtstruktur eine andere Geometrie aufweisen kann.

Die Designprozesse sind auf geringsten Materialeinsatz sowie auf Formgebung ohne komplexe Werkzeuge ausgelegt und berücksichtigen die Fertigungsrandbedingungen von TFP. Die Algorithmen zur Berechnung der Faserpfade und Geometrien basierten auf bionischen Strukturen und physikalischen Prinzipien. Besonders die erfolgreiche Anwendung des Prinzips der gekrümmten Faltung ist hervorzuheben, da es die Herstellung ebener Preforms zulässt, die dann ohne hohe Umformgrade in mehrfach gekrümmte Strukturen überführt werden können. ■



Universität Stuttgart
+49 711 685-0 | www.uni-stuttgart.de

Institut für Flugzeugbau | Institute of Aircraft Design (IFB)

Dipl.-Ing. Benjamin Grisin
@ grisin@ifb.uni-stuttgart.de

Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen | Institute of Structures and Structural Design (ITKE-BioMat)
Assoc.-Prof. Dr.-Ing. M.Eng. Hanaa Dahy
@ h.dahy@itke.uni-stuttgart.de

Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik+ Plasmatechnologie | Institute of Interfacial Process Engineering + Plasma Technology (IGVP)
Dr. rer. nat. Linus Stegbauer
@ stegbauer@igvp.uni-stuttgart.de

Aviation meets architecture

Tailored Fibre Placement makes for tailored bio composite structures for architecture

Interdisciplinary research was carried out in order to transfer knowledge on fibre placement from aircraft construction to architecture for lightweight structural construction. IFB, ITKE and IGVP combined their expertise to make the Tailored Fibre Placement process usable for architecture. A special focus was placed on the use of bio-based materials.

The aim was to transfer the TFP textile preforming process to architectural applications and to adapt design methodologies accordingly. TFP is classically used in aerospace applications or in special solutions for structural components subject to high loads. It is an extremely low-energy process for near-net-shape and load-path-adapted fibre placement, and is used for quantities ranging from 1 to large-scale production.

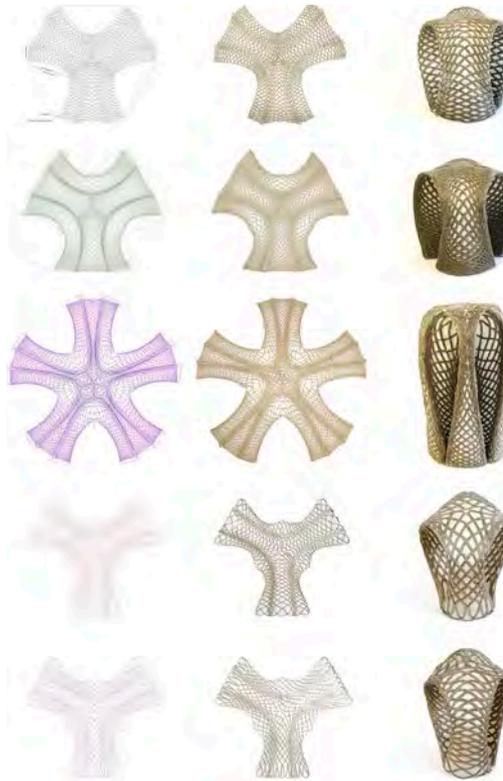
Flax fibres were used as reinforcement fibres, as they are available in sufficient quantities and in technically high quality, as well as having similar mechanical properties to glass fibers.

Biodegradable materials

Partially bio-based epoxy resins were used as a matrix. They meet mechanical requirements and are partially CO₂ neutral, but are not biodegradable. Thanks to the IGVP, it was possible for the first time to use the new matrix system chitosan in a water-based process. This polymer is based on chitin, the world's second most common biopolymer, which is found mainly in fungi and shellfish, and is biodegradable.

Design and manufacturing

Modern, individual building geometries were considered through parametric designs. Parallel mouldless curing methods and/or adaptive tooling moulds were developed, as each individual component of an overall structure can have a different geometry.



Prototyp Flachs-Hocker, diverse parametrische Designs

Flax stool prototype, different parametric designs

Design is laid-out to using the least amount of material, as well as shaping without complex tools, and considering the manufacturing boundary conditions of TFP. Bionic structures and physical principles served as the basis for the algorithms used to calculate the fibre paths and geometries.

Particularly noteworthy is the successful application of the principle of curved folding, as it allows the production of flat preforms that can be transformed into multi-curved structures without high degrees of forming.



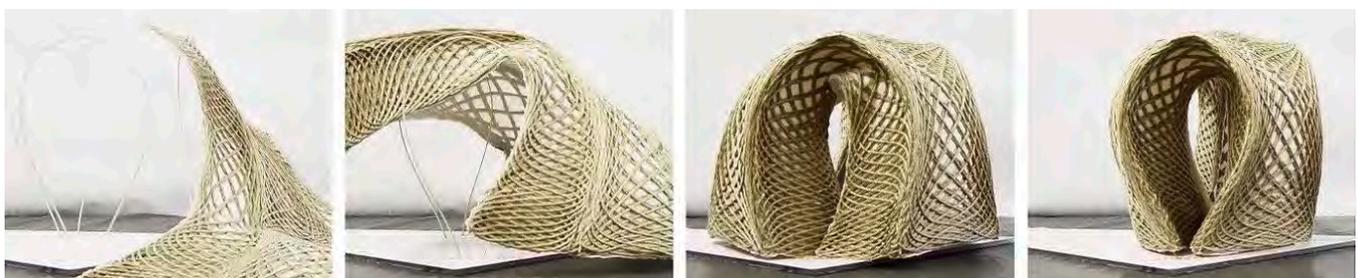
Within the framework of close co-operation, over the past five years researchers and students from three Stuttgart University institutes have been working together on new concepts, processes and materials for the production of sustainable lightweight architectural elements.

Partners were 1) Institute of Aircraft Design (IFB), 2) Institute of Structures and Structural Design, Department of Bio-based Materials and Material Cycles in Architecture (BioMat at ITKE), and 3) Institute of Interfacial Process Engineering and Plasma Technology (IGVP).



Video zum Thema Flachs-Paneele und Chitosan

Video for topic flax panels and Chitosan



Werkzeugloses Aushärtekonzept und Faltung eines Flachs-Hockers

Mouldless curing concept and folding of a flax stool

Für einen Baustoff der Zukunft

Individuelle Beratung für nichtmetallische Betonbewehrung

Beton mit nichtmetallischer Bewehrung hat viele Vorteile. Der wichtigste: Die Bewehrung muss nicht vor Korrosion geschützt werden. Dadurch ist weniger Beton erforderlich, die Bauteile werden leichter und langlebiger. Die Bauweise ist jedoch noch sehr neu, und viele Unternehmen haben Schwierigkeiten bei der Auswahl des geeigneten Systems. Roy Thyroff steht ihnen mit seiner Firma rothycon als technischer Support und Vertriebspartner zur Seite.

Der klassische Stahlbeton steht immer mehr in der Kritik, denn die Herstellung von Zement ist sehr CO₂-intensiv. Dennoch hat der Baustoff zahlreiche Vorteile, die sich schwer mit anderen Materialien nachbilden lassen. Wäre es da nicht gut, wenn man mit wesentlich weniger Beton das gleiche Ergebnis erzielen könnte? Das geht nicht? Doch, das geht!

CO₂-Einsparung durch nichtmetallische Bewehrung

Beton ist ein Baustoff, der unter Druck sehr gut performt, doch Zugbelastung kaum standhält. Diese Aufgabe übernimmt bei vielen Bauteilen der Bewehrungsstahl. Er wird im Beton integriert, hat jedoch einen Nachteil: Er kann korrodieren. Um dies zu vermeiden, muss er mit einer Mindestdicke an Beton geschützt werden.

Die Folge: Zusätzlicher Beton, der eigentlich vermeidbar wäre. Und zwar durch den Einsatz nichtmetallischer Bewehrungen, wie zum Beispiel aus Carbon. Da diese nicht korrodieren, müssen sie nicht mithilfe von Beton geschützt werden. Da-

durch lassen sich dünnere und damit leichtere Bauteile schaffen, bei denen sowohl weniger Zement (CO₂) als auch weniger Zuschlag und Wasser erforderlich sind. Die Technologie eignet sich hervorragend für Neubauten sowie zur Gebäudeinstandsetzung und -verstärkung.

Ein Beispiel: Die Statik einer Brücke erlaubt keine wesentlichen Zusatzlasten, der Stahlbeton ist jedoch so marode, dass er dringend ertüchtigt werden muss. Hier ist Beton mit nichtmetallischer Bewehrung die Lösung und bietet einen weiteren Pluspunkt – er ist äußerst langlebig und wartungsarm.

Hilfe bei der Auswahl geeigneter Systeme

Allerdings ist diese Bauweise noch relativ neu. Deshalb wissen viele Unternehmen nicht, ob bzw. welche Bewehrung sich für ihren jeweiligen Anwendungsfall eignet. Hier ist Roy Thyroff eine wertvolle Hilfe. Er blickt auf jahrelange Erfahrung im Bereich nichtmetallischer Bewehrung zurück und verfügt über ein großes Netzwerk in diesem Bereich.

Nichtmetallische Bewehrung – Roy Thyroff unterstützt beim Finden des optimalen Systems, rothycon bietet technischen Support



Zahlreiche Projekte im Bereich Neubau, Instandsetzung und Verstärkung hat Roy Thyroff bereits begleitet. Außerdem ist er als Netzwerk-Geschäftsführer des CU Bau im Composites United (CU) e.V. tätig und wirkt auch beim Unterausschuss nichtmetallischer Bewehrungen beim Deutschen Ausschuss für Stahlbeton e. V. mit. Das bedeutet, er setzt sich nicht nur praktisch, sondern auch auf politischer Ebene für diese Bauweise ein.

Mit seinem Unternehmen rothycon unterstützt Thyroff Planer, Betonfertigteilwerke sowie Instandsetzungsunternehmen bei der Auswahl des passenden Systems. Da er mit mehreren Herstellern von nichtmetallischen Bewehrungen kooperiert, kennt er ihre jeweiligen Produkte hervorragend.

So kann er bei seinem technischen Support immer die statisch beste und wirtschaftlichste Bewehrung vorschlagen. Damit fungiert Roy Thyroff als Schnittstelle zwischen der planenden bzw. ausführenden Seite und der Industrie. Er schafft also perfekte Voraussetzungen für das Bauen mit nichtmetallischer Bewehrung. ■



Nichtmetallische Bewehrung hat viele Vorteile



Carbongitter, umgeformt



rothycon, Naila

Roy Thyroff

+49 1511 769 08 88

@ contact@rothycon.com

www.rothycon.com

Carbonbeton in der Instandsetzung

Vielfältige Anwendungsgebiete auch außerhalb der Verstärkung

Bereits mehr als 32.500 m² Carbonbeton hat die Koch GmbH erfolgreich verbaut, davon nur ein geringer Anteil zur statischen Verstärkung. Alternative Anwendungen erwiesen sich im Laufe der Jahre als besonders effektiv und waren in vielen Fällen die einzige Möglichkeit, einen Abriss zu verhindern.

Obwohl Stahl ein bewährtes Bewehrungsmaterial für Mörtel/Beton ist, sind Carbonbewehrungen aufgrund ihrer Korrosionsunempfindlichkeit gegenüber Säuren und Alkalien eine vielversprechende Alternative. Mechanisch hebt sich Carbon vor allem durch seine sehr hohe Zugfestigkeit bei geringem Gewicht von Stahl, Glasfaser oder Basalt ab. Zusätzlich weist Carbon eine gute elektrische Leitfähigkeit auf und eignet sich somit als Anodenmaterial für den KKS. Außerdem reduziert die Materialeinsparung den Materialverbrauch, Energiebedarf und CO₂-Ausstoß signifikant, insbesondere auch im Zuge von Instandsetzungsmaßnahmen.

Bei der Anwendung als KKS (Kathodischer Korrosionsschutz) wird der Carbonbeton direkt auf die vorbereiteten Betonoberflächen aufgebracht, das Entfernen des chloridbelasteten Altbetons entfällt. Dabei wird eine speziell modifizierte textile Carbonbewehrung in einem geeigneten Mörtel eingebettet. Dieser Mörtel besitzt im Idealfall einen geringen elektrischen Eigenwiderstand, niedrige Übergangswiderstände zum Carbon sowie zum Untergrundbeton, um eine leichtere Polarisierung zu ermöglichen.

Dieses Verfahren wird größtenteils bei Parkbauten eingesetzt und ermöglicht durch den geringen Eingriff in die Bauwerkssubstanz kur-

Formwinkel aus Carbonbewehrung werden an einer Stütze in einen Feinspachel eingebettet



ze Sperrzeiten und Sanierungen bei laufendem Betrieb. Die Carbonbewehrung kompensiert mögliche Schäden an der Bewehrung und steigert die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks (z.B. Rissbreiten) beachtlich. Der Betonabtrag wird zudem minimiert und kann sogar je nach örtlichen Gegebenheiten entfallen.

Ein carbonbewehrter Aufbeton eignet sich besonders auch als minimalinvasive Maßnahme zur Instandsetzung von Rissen, da diese langfristig überbrückt und abgedichtet werden. Dabei verteilen sich Risse aus dem Altbeton in eine Vielzahl von deutlich kleineren Rissen in der Carbonbetonschicht. Diese sind oft mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen (meist < 50 µm) und verhindern den Eintritt von Medien wie etwa Wasser oder Öl.

Bedarfsgerechte Sanierung

So lassen sich auch Industrieböden bedarfsgerecht sanieren. Risse werden oberflächlich angefräst oder mit Kugelstrahlen angeraut. Dann wird die Carbonbewehrung ein- oder mehrlagig über die Risse oder vollflächig verteilt. Ein optionales Enthäftungstape auf den Rissen kann zusätzlich zur Minimierung durch Entkopplung beitragen.

Anschließend erfolgt der großflächige Auftrag des Industrieestrichs, wobei sowohl mineralische als auch Reaktionsharzsysteme zum Einsatz kommen können. Je nach Anforderung ist ein individueller Aufbau möglich (z.B. zusätzliche Verschleißschicht, Absandung oder gefärbte Deckschicht). Bewährt hat sich vor allem die Kombination aus einem direkt befahrbaren und zusätzlich hoch verschleißfesten, zementgebundenen Material (in einem Zweischicht-einbau). Dabei wird Carbon zunächst in einem Ausgleichsestrich mit geringerer Festigkeit eingebettet und mit dem direkt befahrbaren Material mit besonders hoher Anforderung an Optik und Ebenheit beschichtet. Die Fläche ist so bereits nach ca. drei Stunden begehbar. ■

In einem Parkhaus wird Carbonbeton als KKS-System und Rissbewehrung in einen PCC-Mörtel einlaminiert



i CC Koch Carbon Consulting GmbH, Kreuztal
Björn Neuberger
 +49 2732 910 92-15
 neuberger@betonbeschichtung.net
 www.cc-koch.de
 www.betonbeschichtung.net

Composites statt Stahl

FVW-Leichtbau im Bauwesen spart CO₂, schont Ressourcen und ist nachhaltig

Die Bauindustrie ist einer der größten CO₂-„Produzenten“, hauptsächlich verursacht durch die energieintensive Betonherstellung. Der Einsatz von alternativen Baumaterialien wie zum Beispiel Faserverbundwerkstoffen ist eine Möglichkeit für eine wesentlich nachhaltigere Baukultur. CG TEC unterstützt die Bauindustrie auch in diesem Bereich partnerschaftlich.

Faserverbundwerkstoffe (FVW) zeichnen sich insbesondere durch hervorragende strukturelle Eigenschaften bei gleichzeitig sehr niedrigem Materialeinsatz aus. Darüber hinaus erlauben sie besondere Designfreiheit und die Integration erweiterter Funktionalitäten. Das bietet großes Innovationspotenzial und führt zu einer bisher nicht gekannten Ästhetik der Bauwerke.

GFK-Rebar ersetzt Stahlarmierung

Um die geringere Zugfestigkeit von Betonbauteilen zu kompensieren, werden bei ihrer Herstellung große Mengen an Bewehrungsstahl eingebracht. Damit der Stahl nicht korrodiert und um ein langlebiges Betonbauteil herzustellen, muss eine hohe Mindestüberdeckung mit Beton gewährleistet werden.

Der von der CG TEC GmbH entwickelte glasfaserverstärkte, profilierte Bewehrungsstab (Rebar) zeichnet sich durch sehr hohe Korrosionsbeständigkeit bei überragender Zugfestigkeit aus. Ein weiterer Vorteil liegt im gleichen Temperaturendeckungsverhalten des GFK-Rebar und der ihn umgebenden Betonmatrix, wodurch temperaturinduzierte Spannungen vermindert werden.

Der profilierte Stab wird auf voll automatisierten Anlagen in einem neu entwickelten Verfahren in einem einzigen Prozessschritt hergestellt. Mit diesem Verfahren lassen sich für besondere Einsatzzwecke auch Rebars aus Basalt und Carbon herstellen.



GFK-Rebar ist ein wahrer Material-Tausendsassa

Sicher unterwegs auf temperierten Straßen

Das Ziel des Forschungsvorhabens ThermStra (FKZ: KK5170101TA0) ist die Entwicklung von thermisch aktivierbaren Bewehrungsstäben aus faserverstärktem Kunststoff (FVK) mit integrierten Heizdrähten für durchgehend bewehrte Betonfahrbahndecken. Die Bewehrung ermöglicht neben ihrer lastabtragenden Funktion die dauerhafte Temperierung von Betonfahrbahnen.

Eine Alternative zu Fahrbahndeckschichten aus Asphalt und der konstruktiven Ausführung als unbewehrte Betondecke stellen durchgehend bewehrte Betonfahrbahndecken (DBBD) dar. Das höchstbelastbare und dauerhafte Tragverhalten von DBBD ermöglicht eine Reduzierung der Betondecke von 10–20%.

Die Fahrbahnbewehrung sorgt für höhere Tragfähigkeiten sowie eine dauerhafte, wartungsärmere und längere Nutzungsdauer. Die Integration der thermischen Aktivierung in den Bewehrungsstab ermöglicht den Verzicht auf zusätzliche Bauteilaktivierungen bei der Herstellung von Betonfahrbahndecken. Eine deutliche Reduzierung des Verlegeaufwands ist die Folge. Ein weiterer Vorteil von FVK besteht darin, dass die Bewehrung nicht korrodieren kann. ■



CG TEC Carbon und Glasfasertechnik GmbH, Spalt
Vertreten durch **Roy Thyroff**,
Technischer Vertrieb für Bau
Anwendungen

+49 151 17 69 08 88

+49 9175 908 07-0

@ info@cg-tec.de

www.cg-tec.de



Die profilierten Stäbe werden in einem Schritt hergestellt

Integrativer Experimentalbau

Carbonbeton-Pionier besucht CUBE, das weltweit erste Gebäude aus Carbonbeton

CUBE, das weltweit erste Gebäude aus Carbonbeton, befindet sich auf dem Campus der TU Dresden. Baubeginn war Anfang 2021, im September 2022 wurde CUBE der TU übergeben. Auf Einladung des texton e.V. besuchte Mitte Juli 2022 Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. hc. Peter Offermann die Baustelle. Er ist Vordenker und Wegbereiter des Hochleistungswerkstoffes Textilbeton, in diesem Sinn knüpft CUBE an seine Lebensleistung an.

Offermanns erste Überlegungen, textile Materialien in Beton einzusetzen, reichen in das Jahr 1991 zurück. Als damals geschäftsführender Leiter des heutigen Instituts für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden baute er Strukturen auf für ein neues branchenübergreifendes Forschungsgebiet, die Entwicklung von Faserverbundwerkstoffen mit mineralischen Matrices. Prof. Manfred Curbach, der dieses Thema Mitte der 1990er-Jahre als Bauingenieur aufgriff, wird später von einem Paradigmenwechsel in der Entwicklung des Bauens sprechen.

Inzwischen ist der Bau des weltweit ersten Gebäudes aus Carbonbeton sichtbares Zeichen dieses Paradigmenwechsels geworden.

Baupartner würdigt Verdienste

Assoziierter Partner im CUBE-Projekt ist u.a. das Unternehmensnetzwerk texton e.V., ein Verbund kleiner und mittlerer Unternehmen entlang der bauseitigen Wertschöpfungskette des Carbonbetons. texton lud Prof. Offermann in Würdigung seiner Verdienste kurz vor der Fertigstellung von CUBE auf die Baustelle ein.

CUBE – die Fakten

CUBE besteht aus zwei symmetrisch zueinander geordneten Schalenkonstruktionen und einem darunter eingeordneten Wandbauwerk. Die verbleibenden Fassadenanteile sind als Stahl-Glas-Konstruktionen ausgeführt.

Die doppelt gekrümmten Wand-Dach-Schalen TWIST übernehmen zugleich alle Funktionen der Gebäudehülle. Sie sind mehrschalig aufgebaut: Die innere Tragschale besteht aus einer kassettierten Carbonbetonkonstruktion, darauf folgen eine Abdichtungs- und eine Dämmschicht. Die außenliegende, 4 cm dicke Carbonbeton-Wetterschale ist mit der Tragschale durch GFK-Stäbe verbunden.

Fachgespräche in der lichtdurchfluteten Eingangshalle des Versuchsbaus CUBE



CUBE aus der Vogelperspektive



Die Schalen wurden vor Ort unter Baustellenbedingungen hergestellt. Sie überspannen eine großzügige, lichtdurchflutete Eingangshalle.

Das eingeschobene Wandbauwerk BOX besteht aus Wand- und Deckenelementen aus Carbonbeton, die im Betonwerk vorgefertigt und auf der Baustelle montiert wurden. In diesem Gebäudeteil sind Labor-, Technik- und Sanitärräume untergebracht. Das Gebäude ist ca. 24,4 m lang, zuzüglich zweier außenliegender Wandflügel von je ca. 7,9 m Länge. Die Gebäudetiefe beträgt ca. 7,9 m, die maximale Höhe über Oberfläche Gelände ca. 7 m. Die Nutzfläche umfasst ca. 205 m².

Branchen- und generationenübergreifender Experimentalbau

CUBE ging Ende September 2022 in Betrieb. Nun schlägt wieder die Stunde der Wissenschaft: Das Gebäude fungiert als „Versuchsstand“ der Carbonbeton-Bauweise, es wird experimentell ausgewertet und Langzeitbeobachtungen unterzogen. Im Gespräch darüber spannte Prof. Offermann den Bogen von der

Grundlagenforschung bis hin zu den aktuellen Herausforderungen der Textiltechnik. Sein Lebenswerk verbindet Branchen und Generationen. ■



Die Wetterschale von CUBE besteht aus Carbonbeton und ist nur 4 cm dick



Unternehmensnetzwerk texton e.V., Dresden
Dr. Ingelore Gaitzsch
 ☎ +49 178 826 77 87
 @ gaitzsch@textil-beton.net
 🌐 www.textil-beton.net

Fräsen von CMC

Finishing von CMC-Bauteilen mit geometrisch bestimmter Schneide

Im Forschungsprojekt „ProDenker“ loten das Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart gemeinsam mit Industriepartner Gühring KG die Möglichkeiten der Bearbeitung von additiv gefertigten Werkstücken in einem Zerspanprozess mit geometrisch bestimmter Schneide aus, sprich: mittels Fräsbearbeitung. Die Ergebnisse sind vielversprechend.

Moderne CMC-Werkstoffe werden möglichst „near net shape“ gefertigt, oft mit additiven Verfahren. Trotz der endkonturnahen Fertigung ist ein Finishing notwendig, um die Werkstücke auf Endmaß zu bearbeiten und um die erforderlichen Toleranzen und Oberflächenqualitäten einzuhalten. Das geschieht derzeit noch in einem konventionellen Schleifprozess.

Prozesssichere Oberflächenqualität

Das Forschungsprojekt „ProDenker“ strebt die Bearbeitung dieser Werkstoffklasse in einem Zerspanprozess mit geometrisch bestimmter Schneide, mittels Fräsbearbeitung, an. Die Bearbeitung von hoch abrasiven und harten Werkstoffen ist für die Werkzeugschneide jedoch eine große Herausforderung. Trotzdem soll das Fräsen die beim bisherigen Schleifen erreichte gute Oberflächenqualität ebenfalls gewährleisten.

Dafür werden schon in der Herstellung der Werkzeuge sowie der CMC-Teile Daten zu Werkstück und Werkstoff in einem Digitalen Zwilling erfasst. Für das Finishing auf Endkontur wird dann ein Werkzeug mit geeignetem Schneidstoff und angepasster Makro- und Mikrogeometrie bauteilspezifisch ausgewählt.

Digitaler Zwilling für CMC-Bearbeitung

Dieser Digitale Zwilling ermöglicht die Zuordnung von spezifischen Daten der Bearbeitungswerkzeuge zu den Daten der werkstück- und werkstoffspezifischen Merkmale. Diese Datensätze sollen künftig auch automatisiert die Definition der Bearbeitungsparameter und -strategien für den CMC-Werkstoff und die jeweilige Werkstückgeometrie ermöglichen.

Dabei wird auch der Werkzeugverschleiß miteinbezogen. Es wird gesteuert, dass Werkzeuge in einem Status, in dem ein starker Initialverschleiß vorliegt oder unmittelbar vor dem Erreichen des Standzeitendes, keine für die Bauteilqualität kritischen Bearbeitungen durchführen. So können Werkzeuge je nach Prozess-



und Zerspanungsstrategie optimal genutzt werden.

Digitaler
Werkzeugzwilling
© Gühring KG

Optimale Werkzeugnutzung

Die digital erfassten Werkzeug- und Prozessdaten ermöglichen es zusammen mit der In situ-Überwachung des Finishing-Prozesses, die maximale Werkzeugstandzeit bei gleichbleibender Werkstückqualität flexibel zu nutzen, da das Fräswerkzeug bis zur definierten Verschleißmarke eingesetzt werden kann. Eine datenbasierte Zuordnung von Werkzeug und Werkstück durch Abgleich der Ist-Daten steigert die Prozesssicherheit zusätzlich in vielen Aspekten.

Dabei werden künftig auch weitere Daten aus dem Werkzeuglebenszyklus miteinbezogen, da Werkzeuge aus Kosten- und Ressourceneffizienz meist mehrmals wiederaufbereitet und nachgeschärft werden. Die entsprechenden Modifikationen der Werkzeug-Ist-Daten müssen berücksichtigt werden.

Warum Fräsen?

Der Einsatz von Werkzeugen mit geometrisch bestimmter Schneide bei der CMC-Zerspannung erhöht das Zerspanvolumen und somit die Produktivität des Finishing deutlich. Werden die Oberflächen- und Bauteilqualitäten durch die beschriebenen Optimierungen erreicht, kann das Schleifen komplett entfallen. Dies eröffnet neue Einsatzbereiche und Märkte für CMC-Werkstoffe, die aktuell noch auf diesen Hochleistungswerkstoff verzichten müssen. ■



Universität Stuttgart, Institut für Werkzeugmaschinen (IfW)
Dipl.-Ing., Pat.-Ing. Matthias Schneider
 ☎ +49 711 685-82396
 @ matthias.schneider@ifw.uni-stuttgart.de
 🌐 www.ifw.uni-stuttgart.de

Gühring KG, F&E
Christian Gauggel
 ☎ +49 7571 108 22-337
 @ christian.gauggel@guehring.de
 🌐 www.guehring.de

Composites 4.0

How digital transformation is changing the production of lightweight parts

Contrary to belief, digital transformation in the composites industry isn't simply about implementing automation to speed up production. It's about achieving an irreproachable and consistent quality in composite manufacturing, even in large-scale production

Composites 4.0 has led to automated and digitized production – enabling the manufacture of hundreds of CFRP parts in record times, using digital quality control and most importantly, ensuring full traceability. Smart factories allow manufacturers to trace back through their production cycle to rectify potential quality issues, should they arise.

The automated and digitalized interaction ensures production of consistent quality parts by adhering to strict quality protocol, completed to industry standards. For example, should one batch of resin become exposed to the elements, smart factories can identify all components manufactured with that batch number through knowledge of the exact point a batch of resin was changed. Using this tracking information, facilities can quickly identify the number of units that were affected.

What is Composites 4.0?

Composites 4.0 is part of what we know as Industry 4.0 or more commonly, digital transformation. It enables automation and data exchange in manufacturing technologies within the composites industry. It's about developing technology to make the best of composite manufacturing – building smart factories and processes that are optimized to reduce waste and cost while increasing the quality of composite parts. Technology is constantly evolving to adapt to changing markets and customer demands. But most importantly, it's changing the production of composite parts for the better.

Automated precision for better quality

CFRP as a material alone isn't what sets it apart from other materials. It's how the material stands in action. For example, the more woven the material on the front of a car, the more crash energy it will absorb. UD tapes fit very well for ensuring this mechanical performance. By laying the tapes in multiple directions, you can customize and optimize its placement at any angle and create stiffness through its layup.

Smart factory at Voith Composites



Accurate alignment of fibers, with symmetry and balance, is critical during the component's manufacture to transfer load stiffness and to maximize the benefits of utilizing composite materials. In 2020, Cutolo, Carotenuto and Palumbo completed an experiment in which they showed that the optimized composite structure had better durability, highlighting the importance of carbon fiber's layup.

As well as alignment, the application of carbon fibers must be precise, and manual methods of lamination will unlikely achieve consistently perfect results as they are subject to human error and not repeatable.

Data exchange and connection

Generating data will make for continuous improvement as manufacturers can improve only what they can measure.

Voith Composites' Voith Roving Applicator (VRA) is an automated tape-placement machine that laminates 50mm wide UD tapes precisely into prepreg stacks with multiple layers, oriented to technical requirements with possible local reinforcements.

A robust lamination without tape gaps and creases is crucial to meet the stringent quality and cycle time requirements of today's manufacturers. Each element of this smart factory is interconnected to one another, exchanging data constantly.

This smart concept allows the automated production of CFRP prepreg stacks in almost any shape and individual lot sizes, with full traceability and a consistent quality. ■



Voith Composites SE & Co. KG, Garching (Munich)

+49 89 320 01-800

www.voith.com/composites

Anna Pointner, CEO Voith Composites

@ Anna.Pointner@voith.com

Carolin Cichosz, CTO Voith Composites

@ Carolin.Cichosz@voith.com

Mario Krupka, International Sales Manager

@ Mario.Krupka@voith.com

Sandwich auf Pilzbasis

Nachhaltige Verbunde aus Naturfasern und Pilzmycel für Sandwichstrukturen

Pilze sind ein schnell wachsender und klimaneutraler Werkstoff. Bauteile aus Pilzen basieren auf dem Pilzmycel, dessen Matrix-Struktur durch Trocknen stabil wird. Kombiniert mit Naturfasern wie Rattan können so vollständig biobasierte Verbundwerkstoffe hergestellt werden. Erste Versuche lieferten bereits vielversprechende Sandwichstrukturen.

Herkömmliche Sandwichstrukturen aus Verbundwerkstoffen haben hinsichtlich der Nachhaltigkeit des Bauteils mehrere Nachteile. Kunststoffe, zum Beispiel, bauen sich in der Umwelt nicht ab, ihre Produktion ist mit hohem CO₂-Ausstoß verbunden und sie benötigen vielfach endliche Ressourcen. Auch Recycling ist, vor allem bei der Verwendung von Duroplasten, kaum möglich.

Pilze als Alternative

Eine Alternative können biologisch abbaubare Naturmaterialien sein. Als vielversprechend hat sich die Verwendung von Pilzmycel erwiesen, das in einem Verbundwerkstoff für den Zusammenhalt des Substrates sorgt und mit diesem die Matrix bildet.

Dazu wird das Ausgangsmaterial (Substrat) mit den entsprechenden Pilzsporen infiziert. Nach der Wachstumsphase wird das Material aufgelockert, um wieder loses Schüttgut für die weitere Verarbeitung zu erhalten. Danach kann die eigentliche Bauteilherstellung erfolgen.

Probekörper als Basis

Die exemplarisch hergestellten Probekörper bestehen aus zwei Deckschichten und einem Kern. Für beide Schichten wurde Rattan verwendet. Der Kern setzt sich zusammen aus Rattanfasern als Substrat, versetzt mit Pilzmycel,

während die Deckschichten aus einem dünnen Rattanfurnier bestehen. Hervorzuheben ist, dass so auch Langfasern für die Kernherstellung verwendet werden können, die bisher als Abfallprodukt anfallen. Der Ausgangsstoff wird also in hohem Maß verwertet.

Anschließend kommen die Fasern für die Probekörper in eine Form, die fertig befüllt, geschlossen wird. Das enthaltene Mycel wächst und sorgt so für die Bindung zwischen den Fa-

» Pilze sind ein weltweit vorkommender, schnellwachsender und klimaneutraler Werkstoff.«

Florian Denk, Akademischer Mitarbeiter

sern und an die Deckschicht. Ist dies abgeschlossen, wird das Mycel unter Temperatur getrocknet, um ein weiteres, nun ungewolltes Wachstum zu unterbinden. Die hohe Temperatur sorgt zudem für eine zusätzliche Vernetzung des entstandenen Verbundes.

Weitere Forschung

Erste Versuchen mit solchen Verbunden lieferten bereits vielversprechende Ergebnisse. Besonders Anwendungen mit geringen bis mittleren strukturellen Anforderungen scheinen für erste Umsetzungen geeignet zu sein. Zu berücksichtigen ist, dass der bisherige Prozess durch die empfindliche Reaktion auf Verunreinigungen sowie besonders durch die langen Wachstumsphasen langwierig und daher nur bedingt industriell einsetzbar ist.

Ein nächster Forschungsschritt ist darum, die automatisierte Kernherstellung als Halbzeug näher zu betrachten. ■

Fertiger Sandwich-Probekörper

Finished sandwich test specimen



Sandwich based on fungi

Sustainable composites made of natural fibres and fungal mycelium for sandwich structures

Fungi are a fast-growing and climate-neutral material. Components made from this material are based on the mycelium, the fine root network of fungi whose matrix structure becomes stable through drying. In combination with natural fibres such as rattan, completely bio-based composite materials can be produced. Initial trials have already produced promising sandwich structures.

Conventional sandwich structures made of composites have several disadvantages in terms of sustainability of the component. Plastics, for example, cannot be degraded in the environment, their production is associated with high CO₂ emissions and they largely require finite resources. Moreover, recycling is hardly possible, especially when thermosets are used.

Fungi as alternatives

Biodegradable natural materials can provide an alternative. The use of mycelium, which ensures the cohesion of the substrate in the composite material and forms the matrix with it, has proven to be promising.

For this purpose, the starting material (substrate) is infected with the corresponding fungal spores. Once the growth process has been done, the material is loosened up to obtain loose bulk material for further processing. After this preparation of the starting material, the actual component production can take place.

Test specimen as a base

The test specimens consist of two cover layers and a core. For both parts rattan was used. The core is composed of rattan fibres as a substrate mixed with fungal mycelium, while the cover layers consist of a thin rattan veneer. It should be emphasized that for the core production also long fibres can be used which previously were a waste product. This results in an extremely high utilisation of the starting material.

The fibres for the test specimens are placed in a mould which is closed when ready filled. Subsequently, the growth of the mycelium creates a bond between the fibres and to the cover layer. Once this is complete, the mycelium is dried under temperature to prevent further, now unwanted growth. The high temperature also results in additional cross-linking of the resulting composite.



Gefüllte Form für die Probenherstellung

Filled mould for production of test specimen

Further research

With initial tests, promising results have already been achieved with regard to the composite. Especially applications with low to medium structural requirements seem to be suitable for first implementations. It must be taken into account that the previous process is lengthy due to the sensitive reaction to impurities and especially due to the long growth phases which makes it difficult to use on an industrial scale.

Therefore, in a next step the automated core production as a semi-finished product will be examined in more detail. ■

i Karlsruher Institut für Technologie (KIT), wbk
Institut für Produktionstechnik, Karlsruhe
Florian Denk, M.Sc.
Akad. Mitarbeiter | Research Associate
☎ +49 1523 950 26 23
@ florian.denk@kit.edu
🌐 www.wbk.kit.edu

Merkt sich was

CF-Datenträger: Carbonfasern zur Datenspeicherung im Laminat

Für die Armierung faserverstärkter Kunststoffe besitzen Carbonfasern aktuell das höchste mechanische Eigenschaftspotenzial in Bezug auf die Dichte. Auch die elektrische Leitfähigkeit von Carbonfasern wird bereits eingesetzt, etwa in ausgewählten Anwendungen zum Widerstandsheizern. Das STFI untersuchte nun im Rahmen eines F&E-Projekts, ob die elektrische Leitfähigkeit der Carbonfasern in Textilstrukturen und Laminaten zur fremdwerkstofffreien Datenspeicherung genutzt werden kann.

Inhalt des STFI-Projekts war die Entwicklung von Speicher- und Leseprozessen auf Basis textiler Carbonfaserstrukturen. Dabei wurden zunächst kapazitive und induktive Anordnungen anhand verschiedener Strukturen getestet. Die Datenträger wurden im Tailored Fibre Placement (TFP)-Verfahren gefertigt und unterschieden sich bezüglich

- Stickgrund (Gewebe, Biaxialgelege, rCF-Vliesstoff) aus Carbon- und Glasfasern,
- Größe, Form und Abstand der Datenstrukturen, z. B. ringförmig mit $\varnothing 10$ mm,
- Rovingstärke (3K–12K) sowie Mehrfachlegungen.

Die Datenträger-Strukturen wurden trocken und als Laminat untersucht. Bei den Laminaten wurde als weitere Variante der Einfluss der RFID-Einbetttiefe, d. h. die Abhängigkeit von der Probendicke, betrachtet. Für die Untersuchungen wurde ein Prüfstand entwickelt, der das Abzählen von Flächen ermöglicht.

Ergebnisse

Nach Bau und Erprobung des Prüfstands, der Durchführung von Vorversuchen und einer Optimierungsphase konnte die Informationsdichte des Binär-/Dualcodes von 4 auf 16 Bit erhöht werden. Diese Steigerung er-

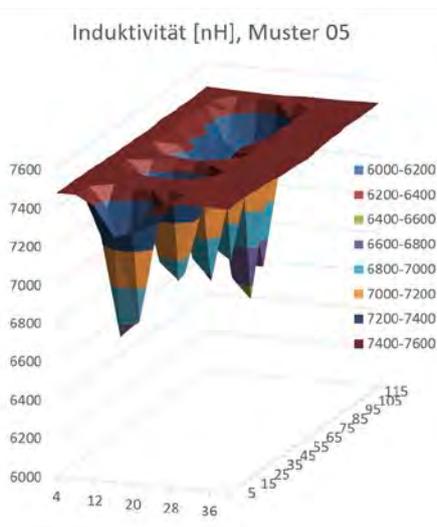
möglicht das Speichern von 65472 Informations-/Messwerten. Zur Codierung von EPC-Daten könnte der CF-Datenträger leicht auf 96-Bit-, 128-Bit- oder 240-Bit-EPC-Tags erweitert werden.

Fazit und Ausblick

Die induktive Messtechnologie erwies sich gegenüber der kapazitiven als überlegen hinsichtlich Messmimetik, Detektierbarkeit und Störanfälligkeit. Carbonfaserbasierte Datenträgerstrukturen können in den Herstellungsprozess von Laminaten integriert und ausgelesen werden.

Das Auslesen von Informationen ist abhängig von der Tiefenlage der CF-Datenträger im Laminat, der Dicke der Rovings und der Geometrie der Mikrostruktur. Für das Auslesen in Zwischenlagen von mehrlagigen Carbonfaserstrukturen ist eine frequenzangepasste Induktivität notwendig.

Mit dem Projekt wurden die Grundlagen geschaffen, umweltbelastende RFID-Systeme mittelfristig in der auf Carbonfasern basierten Composite-Branche durch fremdwerkstofffreie Strukturen zu ersetzen.



Datenauswertung anhand Musterabstand (0 mm, 4 mm, 7 mm, 12 mm, 22 mm, 42 mm)

Data evaluation based on pattern distance (0 mm, 4 mm, 7 mm, 12 mm, 22 mm, 42 mm)

Die von außen unsichtbare Kodierung bietet auch Potenzial zum Schutz vor Produktpiraterie und kann als neues und nachhaltiges Prinzip der werkstoffintrinsic Datenspeicherung angesehen werden. ■



Motivation

Die RFID-Technik zum automatischen und berührungslosen Identifizieren und Lokalisieren von Objekten ist sowohl in der Produktions- und Transportlogistik als auch im Alltag präsent. Die kleinen Funkchips enthalten u. a. Acrylate, Silicium, Kupfer, Aluminium, Silber, Epoxidharze, Nickel und PET. RFID besitzen in der Regel nur einen minimalen Masseanteil am Produkt. Aktuell werden Recyclingkonzepte vorzugsweise auf den Werkstoff des Produkts abgestimmt.

Die wertvollen Komponenten im RFID gehen so als Werkstoffressourcen verloren und stellen zugleich eine Gefahr für Umwelt, Gesundheit und Abfallwirtschaft dar. Zusätzlich verschärfen die Anteile an Kunststoffen in RFID-Systemen die Mikroplastikkontamination der Weltmeere. Das Umweltbundesamt (UBA) prognostizierte bereits 2007 einen rasanten Anstieg beim Eintrag von Störstoffen aus RFID in die Umwelt auf ca. 800 t im Jahr bis 2020.

Diese Probleme sind bis heute weder gelöst noch in Angriff genommen.



Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz für die Förderung des Projekts (Reg.-Nr. 49VF190026) innerhalb des Förderprogramms „F&E-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen – Innovationskompetenz (INNO-KOM) – Modul Vorlauforschung (VF)“.



STFI Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V., Chemnitz

www.stfi.de

Dipl.-Ing. Günther Thielemann

+49 371 5274-239

@ guenther.thielemann@stfi.de

Dipl.-Ing. (FH) Frank Weigand

+49 371 5274-226

@ frank.weigand@stfi.de

Just remember

CF data carrier: Carbon fibres for data storage in the laminate

For the reinforcement of fiber-reinforced plastics, carbon fibers currently have density related the highest mechanical property potential. The electrical conductivity of carbon fibers is also already being used, for example in selected applications for resistance heating. As part of an R&D project, STFI has now investigated whether the electrical conductivity of carbon fibers can be used in textile structures and laminates for data storage without the use of foreign materials.

The project was about developing storage and reading principles based on textile carbon fiber structures. First, capacitive and inductive configurations were tested using various structures. The data carriers were manufactured using the Tailored Fiber Placement (TFP) process and differed in terms of

- embroidery base (fabric, biaxial scrim, rCF non-woven fabric) made of carbon and glass fibers,
- size, shape and spacing of the data structures, e.g. ring-shaped with Ø 10mm,
- Roving thickness (3K – 12K) and multiple layers.

The data carrier structures were examined dry and as laminates. For the laminates, the influence of the RFID embedding depth, i. H. the dependency on the sample thickness. A test bench was developed for the investigations, which enables surfaces to be lined up.

Results

After testing the test bench, preliminary tests and an optimization phase, the information density of the binary/dual code was increased from 4 to 16 bits. This enables storage of 65,472 information/measurement values. To encode EPC data, the CF data carrier could easily be expanded to 96-bit, 128-bit or 240-bit EPC tags.

Conclusion and outlook

Inductive measurement technology has proven to be superior to capacitive ones in terms of measurement mimicry, detectability and susceptibility to interference. Carbon fiber-based data carrier structures can be integrated into the manufacturing process of laminates and read out. The readout of information depends on the depth of the CF data carrier in the laminate, the thickness of the rovings and the geometry of the microstructure. A frequency-adapted inductance is required for reading out in intermediate layers of multi-layer carbon fiber structures.

The project created the basis for replacing environmentally harmful RFID systems in the carbon fiber-based composite industry with structures free of foreign materials in the medium term. The coding, which is invisible from the outside, offers potential for protection against product piracy and can be seen as a new and sustainable principle of material-intrinsic data storage.



Autoren | authors:
Frank Weigand,
Günther Thielemann; STFI



We would like to thank the Federal Ministry of Economics and Climate Protection for funding the project (Reg. No. 49VF190026) within the funding program 'R&D-promotion of non-profit external industrial research institutions – innovation competence (INNO-KOM) – module preliminary research'.

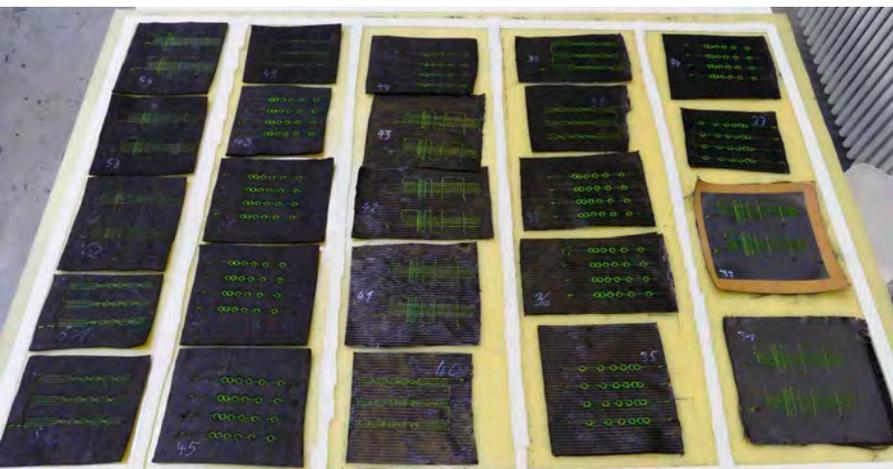


Motivation

RFID technology for the automatic and contactless identification and localization of objects is present both for production and transport logistics as well as in everyday life. The small radio chips contain e.g. acrylates, silicon, copper, aluminium, silver, epoxy resins, nickel and PET. As a rule, RFIDs only have a minimal mass share in the product. Currently, recycling concepts are preferably tailored to the material of the product.

Thus, the valuable components in the RFID are lost as material resources and at the same time pose a threat to the environment, health and waste management. In addition, the proportion of plastics in RFID systems exacerbates the microplastic contamination of the world's oceans. The Federal Environment Agency (UBA) already forecast in 2007 a rapid increase in the entry of impurities from RFID into the environment to around 800 t per year by 2020.

To date, these problems have neither been solved nor tackled.

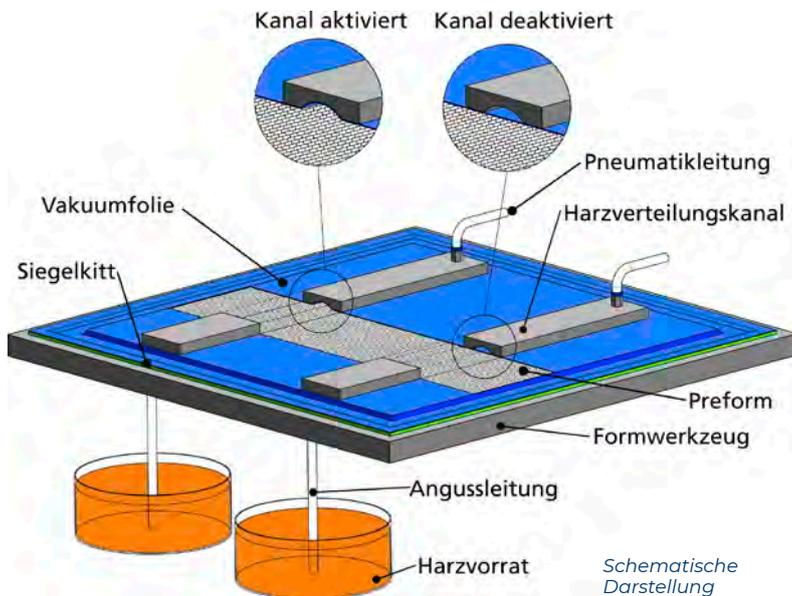


Datenträger, hergestellt im TFP-Verfahren

CF-carrier structures, manufactured using the TFP process

Weniger ist mehr

Vermeidung von Fertigungsabfällen bei der Vakuuminfusion



Schematische Darstellung des Vakuumdifferenzdruckverfahrens

Bei der Herstellung von Rotorblättern für Windenergieanlagen hat sich die Vakuuminfusion als Herstellungsverfahren schon lange etabliert. Auch in der Luftfahrtindustrie wird das Verfahren zunehmend für große Strukturen genutzt. Die Fertigungsabfälle wachsen dabei stetig mit.

Die Senkung der Fertigungsabfälle ist ein Fokus der Forschungsarbeiten des DLR Instituts für Faserverbundleichtbau und Adaptronik und trägt zur Strategie der Nachhaltigkeit bei.

Ein Druckunterschied macht's möglich

Im Falle der Vakuuminfusionsmethode bilden eine flexible Folie und ein festes Formwerkzeug eine, mit trockenem Fasermaterial gefüllte, Kavität. Der feste Formwerkzeug-Teil gibt dabei die Geometrie vor, die Folie stellt das Gegenwerkzeug dar.

Damit das flüssige Harz in die Kavität strömen kann und das trockene Fasermaterial imprägniert, muss ein Druckunterschied zwischen Kavität und Harzvorrat herrschen. Durch Evakuieren der Kavität entsteht zum einen der benötigte Druckunterschied und zum anderen reduziert die Drucksenkung das Risiko der Porenentstehung, da ein Großteil der Luft aus der Kavität entfernt wurde.

Auf die Permeabilität kommt es an

Die poröse Struktur von trockenen Fasermaterialien schafft Hohlräume, die sich bei der Vakuuminfusion mit Harz füllen. Die Größe und Anzahl der Hohlräume sowie der Faservolumengehalt geben die Durchlässigkeit des Fasermaterials für das Harz vor. Diese Kenngröße nennt sich Permeabilität.

Ist die Permeabilität groß, sind lange Fließwege erzielbar. Unter mechanischen Gesichtspunkten ist häufig ein Faservolumengehalt von 60% gewünscht, weshalb die Permeabilität sinkt und mögliche Fließwege kürzer werden.

Daher kommen bei großen Bauteilen Hilfsmittel zum Einsatz, wie Harzverteilungskanäle oder Fließhilfe. Beide stellen nach der Aushärtung einen Teil des Fertigungsabfalls dar. Kanäle hinterlassen sogar unerwünschte Abdrücke auf der Bauteiloberfläche.

Weniger Fertigungsabfall

Das Vakuumdifferenzdruckverfahren ermöglicht es, wiederverwendbare Kanalsysteme zur Verteilung des Harzes zu nutzen. Nach der Fertigstellung und Evakuierung der Kavität werden die Kanäle, die im wesentlichen Hohlprofile darstellen, auf der Vakuumschicht abgedichtet. Damit die Kanäle das Harz verteilen können, müssen die Kanal Hohlräume evakuiert werden.

Strömt das Harz in die Kavität ein, steigt dort der Druck an und in den Kanalbereichen verformt sich die Folie aufgrund des geringeren Drucks. Die Folie nimmt in diesen Bereichen die Geometrie des Hohlraums an. Somit entstehen temporäre Kanäle, die das Harz verteilen.

> Fortsetzung auf S. 53 unten



Infusion einer Flügelhülle mit dem Vakuumdifferenzdruckverfahren

Vom Gras zum Demonstrator

Forschungsprojekt zu bio-basierten Composites erfolgreich abgeschlossen



Dieses AIF-Forschungsprojekt Nr. 20338 BR der DE-CHEMA (Deutsche Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie) wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert und unterstützt durch den Technical Service Kuehn GmbH, Jungbunzlauer Ladenburg GmbH, CKT-Oekoplast GmbH und Thermo Electron (Karlsruhe) GmbH.

Ein biobasierter Thermoplast-Verbundwerkstoff sollte entwickelt werden, der durch seine guten Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften ein breites Einsatzspektrum für Leichtbau-Spritzgießanwendungen eröffnet.

Das entsprechende IGF-Projekt CeCo führten das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden gemeinsam mit der Papiertechnischen Stiftung (PTS) durch und schlossen es im April 2022 erfolgreich ab.

Neuer biobasierter Werkstoff

Als Faserverstärkung kam ein Miscanthusgras aus Sachsen zum Einsatz, das mit einem Celluloseester als Matrixwerkstoff kombiniert wurde. Um hohe mechanische Eigenschaften zu erreichen und die Verträglichkeit beider Materialien zu verbessern, wurden die Miscanthusfasern in einem neuartigen Reaktiv-Extrusionsverfahren gleichzeitig faserschonend fibrilliert und chemisch so modifiziert, dass die eigentlich hydrophobe Faseroberfläche besser mit der hydrophilen Thermoplastmatrix interagiert. Durch

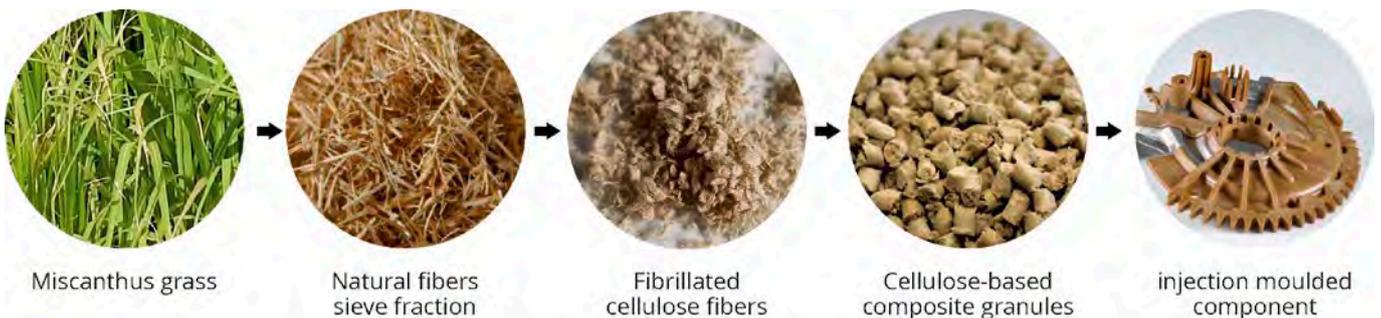
Compoundierung mit einem Weichmacher auf Basis von Zitronensäure konnten Granulate für die Spritzgießverarbeitung mit Faseranteilen von bis zu 30% bereitgestellt werden.

Demonstrator bestätigt Erfolg

Die werkstoffmechanischen Untersuchungen zeigten schließlich, dass die Eigenschaften der Miscanthus-Celluloseacetat-Formmassen auf dem Niveau glasfaserverstärkter Polypropylene liegen. Auf Basis dieser vielversprechenden Ergebnisse erfolgten im Projekt dann weitere Untersuchungen zum Upscaling des Extrusionsverfahrens sowie zur Wirtschaftlichkeit und Ökobilanz. Abschließend wurde am Beispiel einer Demonstratorstruktur gezeigt, dass auch technisch anspruchsvolle Bauteile mit dem neuartigen Werkstoff realisierbar sind. ■

i Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden
Dr.-Ing. Robert Kupfer, Leiter Neutrallleichtbau
 ☎ +49 351 463-38749
 @ robert.kupfer@tu-dresden.de
 🌐 tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/ilk

Vom Miscanthusgras zum Bauteil



Fortsetzung von S. 52

Ist das Fasermaterial ausreichend mit Harz getränkt, erfolgt ein Druckausgleich in den Hohlräumen mit der Atmosphäre und die temporären Kanäle lösen sich auf. Kanalabdrücke auf den Bauteilen werden so vermieden. Eine Zusammenstellung der Kanäle zu einem Kanalsystem ersetzt die ansonsten notwendige Fließhilfe und es gibt keinen direkten Kontakt zwischen Kanal und Harz.

Eine Wiederverwendung der Kanäle ist möglich und reduziert den Fertigungsabfall. ■

i DLR Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik, Stade
 🌐 www.dlr.de/fa

Dr.-Ing. Arne Hindersmann
 ☎ +49 531 295-3708
 @ arne.hindersmann@dlr.de
Ing. Constantin Bäns
 ☎ +49 531 295-3752
 @ constantin.baens@dlr.de

Gebündelte Textil-Kompetenz

30 Jahre STFI – wo Nachhaltigkeit Wurzeln und Zukunft hat

Das Sächsische Textilforschungsinstitut e.V. (STFI) ist seit seiner Gründung 1992 ein starker Innovationspartner und zuverlässiger Dienstleister. Textile Werkstoffe prägten die Arbeit seit jeher, auch das Potenzial von Recycling wurde früh erkannt. Das zunächst als Nischenprojekt gestartete Carbonfaser-Recycling mündete sogar in die Gründung des Zentrums für Textilien Leichtbau und führt Aspekte der Vliesstoff- und Recyclingforschung mit dem Gebiet der Hochleistungsfaserstoffe und des Leichtbaus zusammen.

Der Fall der Mauer brachte für die ostdeutsche Forschungslandschaft tiefgreifende Einschnitte mit sich. Das heutige STFI etwa entstand aus dem Zusammenlegen des FIFT aus Karl-Marx-Stadt und des ITT aus Dresden am Standort Chemnitz. 27 Unternehmen und Einrichtungen gründeten den Verein am 17. Februar 1992. Von 600 Mitarbeitern konnten etwa 60 übernommen werden. Besonders bitter, wenn man das heutige Ringen um Fachkräfte bedenkt.

Kompetenz in Vliesstoffen und Recycling

Als eine der ersten wissenschaftlichen STFI-Plattformen brachte das Kolloquium „re4tex – recycling for textiles“ Industrie und Forschung in einen Dialog. Bereits im Jahr 2005 starteten die ersten Untersuchungen zur prinzipiellen Verarbeitbarkeit von elektrisch leitfähigen Carbonfasern im Kardierprozess. Das Carbonvliesstofftechnikum im STFI 2011 war ein wichtiger Schritt, um die Arbeiten zu intensivieren. U.a. wurden Aufbereitungsverfahren von trockenen Carbonfaserabfällen erfolgreich entwickelt.

Die Honorierung mit dem Rohstoffeffizienzpreis des BMWi 2013 verlieh dem Thema einen deutlichen Push und bestärkte das STFI darin, den Bereich weiter auszubauen. Mit dem Zentrum für Textilien Leichtbau wurde 2017 eine moderne Anlage zur Entwicklung von Carbonfaservliesstoffen nach dem Kardier- und Airlayverfahren in Betrieb genommen.

Textile Hightech und Funktionalisierung

Das Innovationszentrum Technische Textilien vereint seit 2012 die Bereiche Web- und Maschenwaren, Halbzeuge für den Leichtbau sowie Funktionalisierung und Textilökologie unter einem Dach. Besonders hinsichtlich Web- und Maschenwaren ist der Erfindungsreichtum des



Textilfabrik der Zukunft am STFI

STFI enorm, Beispiele reichen von Leuchttextilien über Seilstrukturen und Hochleistungsnetze bis hin zur Verarbeitung nichttextiler Materialien wie Schläuche, Drähte und Sensoren.

Gemeinsam mit Industriepartnern forscht das STFI im Bereich Funktionalisierung an Rezepturen und Technologien für umweltfreundliche Produkte mit einer optimalen Balance zwischen produktspezifischer Performance und humanökologischer Unbedenklichkeit. Die hauseigene Forschung, etwa zu UV-LED-Härten und Anwenden thermoplastischer und reaktiv vernetzender Materialien, setzt Zeichen.

Zudem begleitet das STFI die Textilbranche auf dem Weg zur Industrie 4.0, sei es bei der Digitalisierung der Produktion, der Nutzung neuer digitaler Technologien oder der Entwicklung disruptiver Produktinnovationen.

STFI – quo vadis?

Perspektivisch geht das STFI den Weg konsequent weiter und etabliert nun das Zentrum für Textilien Nachhaltigkeit. Hier werden sowohl energieeffiziente, trockene Veredelungsverfahren als auch ein weiterer, bisher noch fehlender Vliesbildungsprozess zu finden sein. Nachhaltigkeit im Sinne der Ressourcen-, Energie- und Zeiteffizienz haben im STFI Wurzeln und Zukunft. ■

Bundled textile competence

30 years of STFI – where sustainability has roots and a future



Textile factory of the future at STFI

Since its foundation in 1992, the Saxon Textile Research Institute e.V. (STFI) has been a strong innovation partner and reliable service provider. Textile materials have always characterized its work, the potential of recycling was also recognized early on. Carbon fiber recycling, initially started as a niche project, even led to the establishment of the Center for Lightweight Textile Engineering, bringing together aspects of nonwovens and recycling research with the field of high-performance fibers and lightweight engineering.

The fall of the Berlin Wall brought profound changes to the East German research landscape. Today's STFI at the present location in Chemnitz, for example, arose from the merging of the two institutes FIFT from Karl-

Marx-Stadt and the ITT from Dresden. 27 companies and institutions founded the association on February 17, 1992. Out of a total of 600 employees, just under 60 could be taken over. This is especially bitter when you consider today's struggle for skilled workers.

Expertise in nonwovens and recycling

In the course of the founding process, the predecessor institutes were certified as having particularly high competence in the field of nonwovens. Core of the heritage thus formed the fields of spunbond nonwovens and textile recycling, in particular the tearing process.

As one of the first scientific STFI platforms, the "re4tex – recycling for textiles" colloquium brought industry and research into a dialogue. It was decided to anchor nonwovens even more firmly in the future as one of the institutes main field of research.

First investigations into the basic processability of electrically conductive carbon fibres in the carding process began as early as 2005. With the establishment of a carbon nonwovens technical center on the premises of the STFI, an important step to intensify the work was taken in the year 2011. Using modified cutting and tearing technologies, processing methods for dry carbon fibre waste were successfully developed.

In 2013, the award "BMWi Rohstoffeffizienz-Preis" gave the topic a clear push and strengthened STFI's intention to further expand the field. With the inauguration of the Center for Textile Lightweight Engineering in 2017, a modern plant technology for the development of carbon fibre nonwovens using the carding and airlay processes was put into operation.

Textile high-tech and functionalization

Since 2012, the Innovation Center Technical Textiles has brought together woven and knitted fabrics, semi-finished products for lightweight engineering as well as functionalization and textile ecology under one roof. The inventiveness in the field of woven and knitted goods at STFI is enormous, reaching from luminous textiles to rope structures, high-performance nets and plant support mats up to the processing of non-textile materials such as hoses, wires and sensors.

Together with industrial partners, research is conducted in the area of functionalization on formulations and technologies for environmentally friendly products with an optimal balance between product-specific performance and human ecological safety. In-house research, for example on UV-LED curing and the application of thermoplastic and reactive crosslinking materials, sets decisive signals in this area.

In addition, STFI has been accompanying the textile industry on its way to Industry 4.0 in the digitalization of production, the use of new digital technologies and the development of disruptive product innovations.

STFI – quo vadis?

In perspective, STFI will continue along the path and establish the Center for Textile Sustainability as the next step. Here, both energy-efficient dry finishing processes and another still missing, nonwoven forming process will be installed. Sustainability in the sense of resource, energy and time efficiency has roots and a future at STFI. ■



STFI Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V., Chemnitz

Marcel Hofmann

+49 371 52 74-205

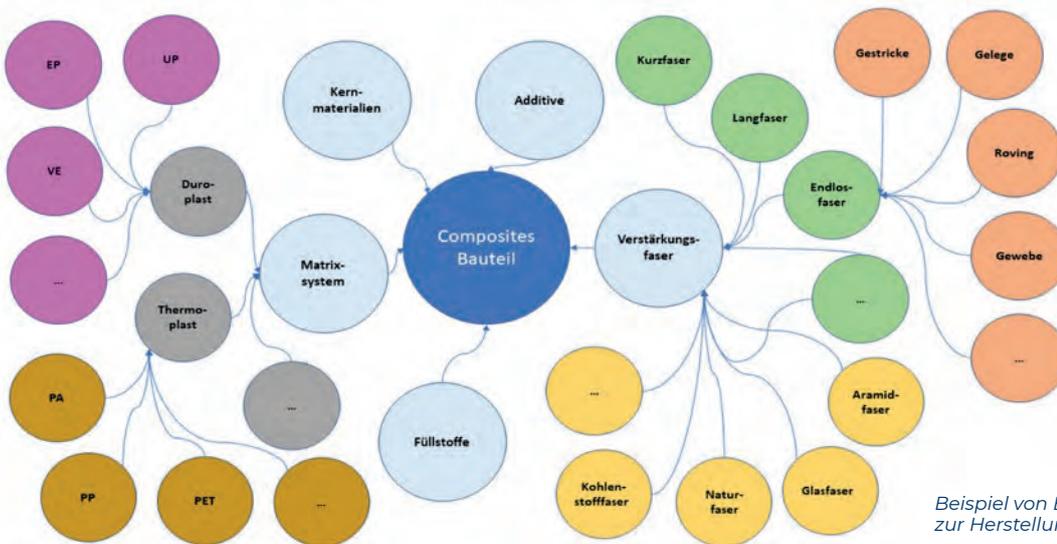
@ marcel.hofmann@stfi.de

www.stfi.de

Wir müssen, wir können

Nachhaltigkeit von Composites – Aufgabe für Industrie, Politik und Gesellschaft

Composites sind Hoffnungsträger, stehen aber, auch aufgrund ihrer Diversität, im Bereich Nachhaltigkeit/Recycling vor besonderen Herausforderungen. In der aktuellen Debatte legt die Öffentlichkeit den Fokus vielfach auf das Recycling. Dies greift deutlich zu kurz. Die ökologischen Auswirkungen eines Produktes müssen über den gesamten Lebenszyklus betrachtet werden.



Beispiel von Einsatzstoffen zur Herstellung eines Composite



Fragen zu diesen oder ähnlichen Themen? Im AVK-Netzwerk freuen sich mehr als 220 auf die Kontaktaufnahme.

Composites/faserverstärkte Kunststoffe sind seit vielen Jahren in verschiedenen Bereichen fest etabliert. Gleichzeitig gelten die Materialien als Hoffnungsträger für neue Konzepte, v.a. in Mobilität und Infrastruktur.

Fast kontinuierlich konnten Composites ihr Marktvolumen ausbauen. 2021 lag das weltweite Produktionsvolumen von Composites/faserverstärkten Kunststoffen bei über 12 Millionen Tonnen. Sowohl die Anwendungsmärkte als auch die eingesetzten Produkte sind dabei höchst unterschiedlich. Obige Abbildung zeigt beispielhaft einzelne Komponenten, die sich kombinieren lassen.

Herausfordernde Vielfalt

Aufgrund ihrer Diversität, sowohl des Aufbaus als auch der Eigenschaften, stehen Composites vor besonderen Herausforderungen im Bereich Nachhaltigkeit/Recycling. Die Trennung der Materialien, deren Vorteil ja unter anderem eine besondere Langlebigkeit ist, ist vielfach äußerst schwer, eine Rückführung in den Material-

kreislauf aufwendig und teils noch nicht möglich. Lösungen befinden sich oft im Forschungsstadium.

Nicht zu kurz denken

Aktuell wird im Rahmen der öffentlichen Nachhaltigkeitsdebatte der Fokus vielfach auf das Recycling gelegt. Dies greift deutlich zu kurz. Die ökologischen Auswirkungen eines Produktes müssen über den gesamten Lebenszyklus betrachtet werden.

Die Voraussetzung für nachhaltige Produkte fängt bereits beim Design an. Es genügt nicht zu bewerten, was nach der Nutzungsphase geschieht. Recyclingfähigkeit bedeutet dabei nicht, dass Bauteile oder Materialien auch tatsächlich recycelt werden. Nicht alles, was machbar ist, wird auch umgesetzt und nicht alles, was getan werden kann, ist auch ökologisch oder ökonomisch sinnvoll.

Alle sind gefragt

Für Composites zeigen sich also zahlreiche Herausforderungen, die es zu lösen gilt, ehe ein flächendeckendes

Recycling überhaupt umsetzbar erscheint. Die derzeit existierenden Lösungen müssen sicher weiterentwickelt und ausgebaut werden.

Prozesse und Verfahren aus der Forschung müssen in den Industriemaßstab gebracht werden, während die realen Marktbedingungen nicht aus den Augen gelassen werden dürfen. Die Politik muss international einheitliche und umsetzbare Regelungen und Gesetze schaffen.

Auf dieser Basis ist die Industrie gefordert, sich bietende Möglichkeiten zu nutzen, aktiv zu unterstützen und proaktiv mitzugestalten. Hier bietet sich zum Beispiel eine Mitarbeit bei den AVK-Arbeitskreisen „Nachhaltigkeit“ oder „Composites-Recycling“ an. ■

i AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e. V. und AVK-TV GmbH, Frankfurt/Main
Volker Mathes
 Business Development
 + 49 69 27 10 77-16
 @ volker.mathes@avk-tv.de
 www.avk-tv.de

Carbonfasern aus Holz

Wie aus den Biopolymeren Zellulose und Lignin Carbonfasern werden

Bei Wood K plus in Linz wird intensiv an biobasierten Carbonwerkstoffen geforscht. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Entwicklung von Carbonfasern aus den Holzinhaltstoffen Lignin und Cellulose. In drei Rohröfen konnten kontinuierlich Carbonfasern hergestellt und anschließend bereits zu Composites weiterverarbeitet werden.

Carbonfasern werden derzeit durch kontrollierte thermische Behandlung erdölbasierter Rohstoffe, vor allem Polyacrylnitril (PAN), hergestellt. Die Ausgangsstoffe sind teuer, nur begrenzt verfügbar und benötigen sehr lange Verweilzeiten besonders im ersten Prozessschritt, der Stabilisierung. Der Einsatz nachhaltiger Materialien könnte sowohl die Rohstoff- als auch die Prozesskosten senken und dadurch den Preis der Carbonfasern deutlich reduzieren. Gerade in den aktuellen Zeiten mit hohen Öl- und Energiepreisen besteht akuter Bedarf an biobasierten und kosteneffizienten Alternativen.

Biobasierte Carbonfasern – nachhaltig und günstig

Wood K plus verwendet holzbasierte Rohstoffe: Cellulosefasern werden aus Holz gewonnen, Lignin entsteht dabei als Abfallprodukt. Das muss aber erst zu Fasern verarbeitet werden. Hierzu steht eine Schmelzspinnanlage zur Verfügung, wobei das Lignin in einem Extruder zuerst aufgeschmolzen, dann durch eine Spinn Düse gepresst und abschließend verstreckt wird (Abb. 1).



Abb.1: In der Schmelzspinnanlage werden Ligninfasern im Spinnprozess mit beheizten Galetten verstreckt.



Die gesponnenen Ligninfasern können dann durch gezielte thermische Behandlung in Carbonfasern umgewandelt werden.

Bei Cellulose kann auf kommerzielle Filamente zurückgegriffen werden. Diese werden mittels spezieller Additive vorbehandelt und in einem mehrstufigen thermischen Prozess (Abb. 2) bei Temperaturen bis zu 2300 °C zu Carbonfasern umgewandelt. Bei Ausbeuten von deutlich über 30 % konnten Festigkeiten bis zu 2250 MPa und 145 GPa EModul erreicht werden.

Vielfältige Einsatzmöglichkeiten

Die hergestellten Carbonfasern konnten bereits erfolgreich weiterverarbeitet werden. So wurde zum Beispiel ein endlosfaserverstärktes Filament für den 3D-Druck hergestellt. Auch in textilen Verarbeitungsprozessen wurden die Carbonfasern bereits getestet. Besonders interessant sind Anwendungen, die Anforderungen an die Mechanik mit anderen Eigenschaften wie elektrischer Leitfähigkeit oder Porenstruktur kombinieren. Diese können gezielt eingestellt und für die entsprechenden Anwendungen, zum Beispiel in flexiblen Elektroden für Superkondensatoren oder Batterien, optimiert werden.

Aufgrund der erreichbaren mechanischen Eigenschaften ist jedoch auch der Einsatz als Verstärkungsfasern in Composites denkbar. Für tragende Bauteile im Hochleistungsbereich ist aber noch eine weitere Verbesserung der mechanischen Eigenschaften notwendig. Entsprechende Arbeiten laufen bei Wood K plus. ■

Abb.2: Stabilisierung und Carbonisierung von Zellulosefasern mittels Rohröfen

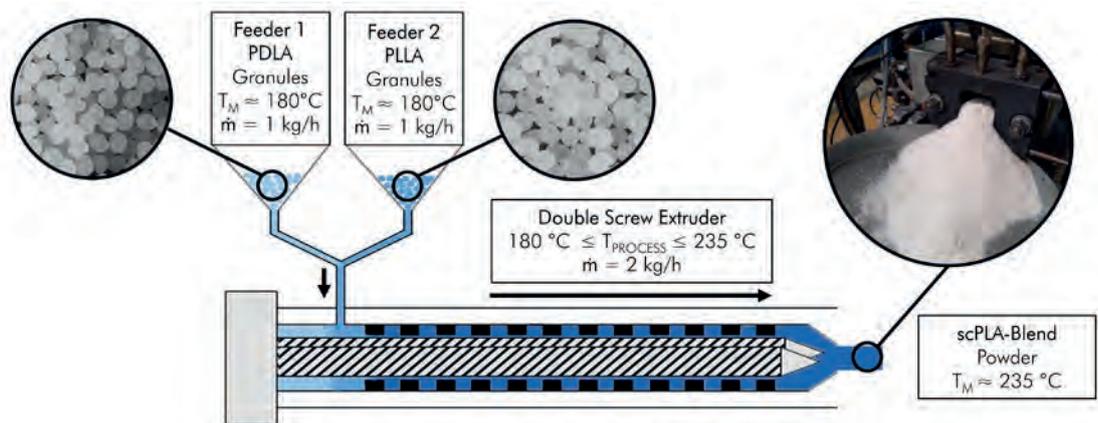
i Kompetenzzentrum Holz GmbH
(Wood K plus), A-Linz
DI Dr. Christoph Unterweger
+43 676 897 44 534
@ c.unterweger@wood-kplus.at
www.wood-kplus.at

Bio statt Petro

Stereokomplex-PLA-Blend: Grundlage für technische Fasern aus Biopolymeren

Abb. 1: Schema des Compoundierprozesses zur Herstellung des scPLA-Blends

Fig. 1: Schematic of the compounding process for the formation of the scPLA blend



Das IGF-Vorhaben „Hochleistungs-PLA-Biko-Fasern (PLA²)“ (AiF-Nr. 20570 N) der Forschungsvereinigung Werkstoffe aus nachhaltigen Rohstoffen e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Zudem wurde die Ausstattung des Faserinstituts (Compoundieranlage) mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) finanziert. Dafür wird ausdrücklich gedankt.



Autoren: Dr. Boris Marx, Prof. Dr.-Ing. Axel S. Herrmann, Dipl.-Ing. Lars Bosstan | Faserinstitut Bremen e.V. – Fibre

Im Forschungsprojekt PLA² gelang am FIBRE in Bremen erstmals die Compoundierung eines leistungsfähigen scPLA-Blends mit industrietauglichen Eigenschaften auch für nicht-textile Anwendungen. Damit kann die Entwicklung eines Garns mit technischen Festigkeiten vorangetrieben werden, das zum Beispiel in Sitzbauteilen oder bei Osteosyntheseplatten zum Einsatz kommen könnte.

Es bestehen bereits Lösungsansätze für die Substitution von Garnen aus petrochemischen Polymeren wie etwa Polyester (PES). Einer ist das Biopolymer Polylactid (PLA), das biobasiert (hergestellt aus Mais oder Zuckerrüben) und biologisch abbaubar ist. Die höchsten Garnfestigkeiten aus teilkristallinem PLA liegen zurzeit bei ca. 40 cN/tex und werden daher lediglich in textilen Anwendungen genutzt.

Verbesserte Eigenschaften

Der PLA-Stereokomplex (scPLA) der enantiomeren Formen PLLA und PDLA besitzt eine andere kristalline Struktur, die sowohl die thermischen, als auch die mechanischen Eigenschaften verbessert. Fasern auf Basis von scPLA mit technischen Festigkeiten von mehr als 50 cN/tex besitzen ein entsprechend großes Potenzial. Ein kommerziell verfügbares scPLA-Material zur Herstellung von scPLA-Fasern mit technischen Festigkeiten im Schmelzspinnprozess ist derzeit jedoch nicht auf dem Markt verfügbar.

Im Forschungsprojekt PLA² wurde erstmals ein scPLA-Blend mit einer Schmelztemperatur von 235 °C im Technikumsmaßstab mittels Compoundierung entwickelt (Abb.1). Dabei wurden kommerziell erhältliche PLLA- und PD-

LA-Granulate im Verhältnis 50/50 bei einem Gesamtdurchsatz von 2 kg/h einem Doppelschneckenextruder zugeführt. Die Extrudertemperaturen wurden so eingestellt, dass das Vermischen oberhalb der Schmelztemperaturen beider Ausgangsmaterialien (180 °C) und gleichzeitig unterhalb der Schmelztemperatur des scPLA-Blends (235 °C) erfolgte. Das Ergebnis war ein Ausfällen des scPLA-Blends in Pulverform.

Garnentwicklung

In Abb. 2 ist links die Differential Scanning Calorimetry (DSC)-Analyse vom PDLA, PLLA und scPLA-Blend zu sehen. Der Verlauf des scPLA-Blends zeigt das komplette Aufschmelzen der Stereokomplex-Kristallstruktur bei 235 °C. Die Schmelztemperatur der beiden Ausgangsmaterialien konnte um 55 °C erhöht werden. Zum Ausschluss von temperaturbedingten Kristallisationseffekten wurden die Schwingungseigenschaften der Kristallstruktur anhand von Raman-Spektren untersucht. Abb. 2 zeigt eine Verschiebung des Spektrums der Carbonylgruppe, typisch für den PLA-Stereokomplex. Die Resultate waren in deckungsgleichen DSC-Verläufen von mehreren Produktionstagen reproduzierbar.

Durch den Massendurchsatz von 2 kg/h ist das scPLA-Blend nun ausreichend verfügbar und die Entwicklung eines Garns aus dem scPLA-Blend mit technischen Festigkeiten kann vorangetrieben werden. Dieses kann u. a. als Verstärkungsfasern in Kombination mit teilkristallinem PLA als Matrixmaterial für Single-Polymer-Faserverbundwerkstoffe verwendet werden. Als Anwendungen sind etwa Sitzbauteile im Automobil oder Osteosyntheseplatten für die Medizintechnik zu nennen.

Organic replaces petro

Stereocomplex PLA blend: basis for technical fibers made from biopolymers



The IGF research project „High-performance PLA bico-fibers (PLA²)“ (AiF No. 20570 N) of the Forschungsvereinigung Werkstoffe aus nachhaltigen Rohstoffen e.V., Germany, was funded by the Federal Ministry of Economics and Climate Protection via the AiF within the framework of the program for the promotion of joint industrial research and development (IGF) based on a resolution of the German Bundestag. In addition, the equipment of the Fiber Institute (compounding plant) was financed with funds from the European Regional Development Fund (EFRE). We are expressly grateful for this.



Authors: Dr. Boris Marx, Prof. Dr.-Ing. Axel S. Herrmann, Dipl.-Ing. Lars Bostan | Faserinstitut Bremen e.V. – Fibre

In the PLA² research project, FIBRE in Bremen succeeded for the first time in compounding a high-performance scPLA blend with properties suitable for industrial applications, expanding previous textile applications. This enables the development of a yarn with technical strengths that could be used e.g. in seating components or osteosynthesis plates.

Due to the shortage of raw materials as well as the plastics problem, there are various approaches to substituting fibers made from petrochemical polymers such as polyester (PES). One possibility is the biopolymer polylactide (PLA), which is biobased (production from corn or sugar beets) and biodegradable. However, the highest strengths of yarns made from semi-crystalline PLA are around 40cN/tex and are only used in textile applications..

Enhanced properties

The PLA stereocomplex (scPLA) of the enantiomeric forms PLLA and PDLA has a different crystalline structure, which improves both thermal and mechanical properties. Thus, fibers based on scPLA with technical strengths of more than 50cN/tex have a high potential. However, a commercially available scPLA material for the production of scPLA fibers with technical strengths in melt spinning is currently not available on the market.

In the PLA² research project, it was possible for the first time to format a scPLA blend with a melting temperature of 235°C on a technical scale using a compounding plant, see Fig. 1. In this process, commercially available PLLA and

PDLA granules were fed to a twin-screw extruder at a mixing ratio of 50/50 with a total throughput of 2kg/h. Extruding temperatures were set to a region where blending occurred above the melting temperatures of the two starting materials (180°C) and simultaneously below the melting temperature of the scPLA blend (235°C). The result was precipitation of the scPLA blend in powder form.

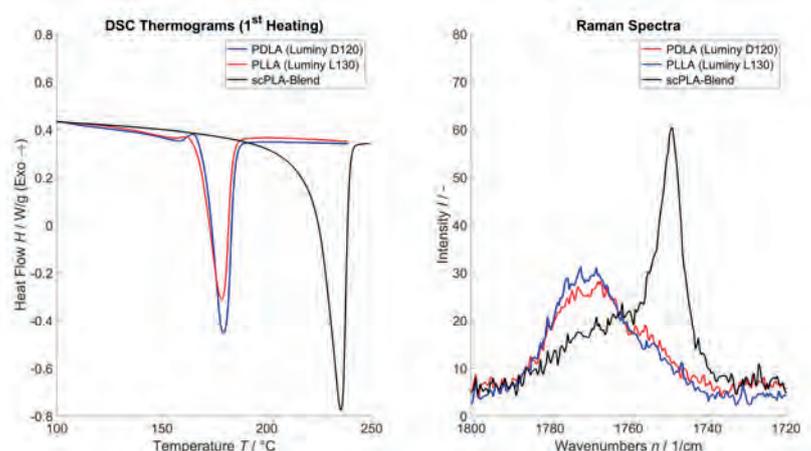
Yarn development

Fig. 2 shows the differential scanning calorimetry (DSC) analysis of PDLA, PLLA and scPLA blend on the left. The plot of scPLA blend shows complete melting of the stereocomplex crystal structure at 235°C. The melting temperature of the PLA starting materials could thus be increased by 55°C. To exclude temperature-induced crystallization effects, vibrational properties of the crystal structure were measured using Raman spectra. Fig. 2 on the right shows a shift in the spectrum of the carbonyl group, which is typical for the PLA stereocomplex formation. The reproducibility of the results is given by congruent DSC curves of several formation days.

Due to the mass throughput of 2kg/h, the scPLA blend is now sufficiently available. Thus, the development of a yarn from the scPLA blend with technical strengths can be advanced. This scPLA yarn can be used as reinforcing fibers in combination with semi-crystalline PLA as a matrix material for single-polymer fiber composites. Applications include seat components in automobiles or osteosynthesis plates for medical technology. ■

Abb. 2: DSC-Analyse (l.) und Raman-Spektrum (r.) der PLA-Ausgangsmaterialien und des scPLA-Blennds

Fig. 2: DSC analysis (l.) and Raman spectrum (r.) of the PLA starting materials and the scPLA blend



Aufbau-Arbeit

CF/AR/Thermoplast-Composites mit skalierbaren Eigenschaftskombinationen

Am ITM der TU Dresden wurden zwei Materialkonzepte entwickelt für CF/AR/Thermoplastfaser-Hybridgarne für anforderungsgerechte Composites mit herausragenden skalierbaren Kombinationen von Steifigkeits-, Festigkeits-, Crash- und Impacteigenschaften.

Komplexe, sich überlagernde Lastszenarien werden mit einseitig ausgelegten faserverstärkten Kunststoffverbunden (Composites) nur sehr beschränkt berücksichtigt. Sie können jedoch durch Hybridkonzepte realisiert werden, die Hochleistungsfasern mit metallischen Komponenten (Stahlbleche, Alu-Folien) kombinieren.

Die Hybridisierung auf Makro- (Struktur) oder Mesoebene (Garn) ist aber aufwändig und kostenintensiv. Zudem führen an den ausgeprägten interlaminaeren Grenzflächen hohe Scherspannungen zu frühzeitigen Delaminationen.

Neuentwicklung

Diese Defizite löst die neue, am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) entwickelte, auf Mikroebene (Faserebene) hybridisierte, dreikomponentige Werkstoffklasse (Engineered Garne) für thermoplastische Leichtbauanwendungen.

Diese Engineered Garne wurden unter Verwendung von zwei Materialkonzepten realisiert, die auf zwei in der Industrie bereits etablierten Garnbildungstechnologien beruhen. Dabei wurden die komplexen Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und Fasermaterial-Garn-Verbundeigenschaften analysiert.

Basis Lufttexturierung

Mit Konzept 1 (weiterentwickelte Lufttexturierung) wurden, basierend auf Filamentgarne, Engineered Garne insbesondere mit homogener Durchmischung und geringer Faserschädigung für Composites mit höchsten strukturmechanischen Eigenschaften entwickelt. Dazu wurde ein Inline-Modul für eine schonende Voröffnung der Filamentgarne in Form von Aufspreizwalzen konstruktiv umgesetzt.

Zudem wurde die Geometrie der Luftpresse hinsichtlich der optimalen Luftströmung zur bestmöglichen gemeinsamen Verarbeitung der drei Fasermaterialien entwickelt. Damit wurde die Faserschädigung im Garn von bisher mindestens 30 % auf $\leq 5\%$ bei einer Reduktion des Luftdrucks von 8 bar auf 3 bar reduziert.

Basis Flyerspinnen

Konzept 2 erlaubt durch ein weiterentwickeltes Flyerspinnverfahren die Herstellung drehungsarmer Engineered Garne aus recycelten Hochleistungsstapelfasern. Die umfangreiche Erfahrung des ITM bei der Verarbeitung von recycelten CF und thermoplastischen Stapelfasern unterstützt die technologisch-konstruktive Entwicklung von Krempel, Strecke und Flyer. Im verbesserten Flyer-Streckwerk etwa sorgen eine neue Walzenpaarung und ihre bestmögliche Belastung für geringere Faserschädigung und hohe Verzuggleichmäßigkeit. Und ein neues Verfestigungsmodul sorgt für drehungsarme rCF/rAR/PA 6 Garne.

Ergebnis

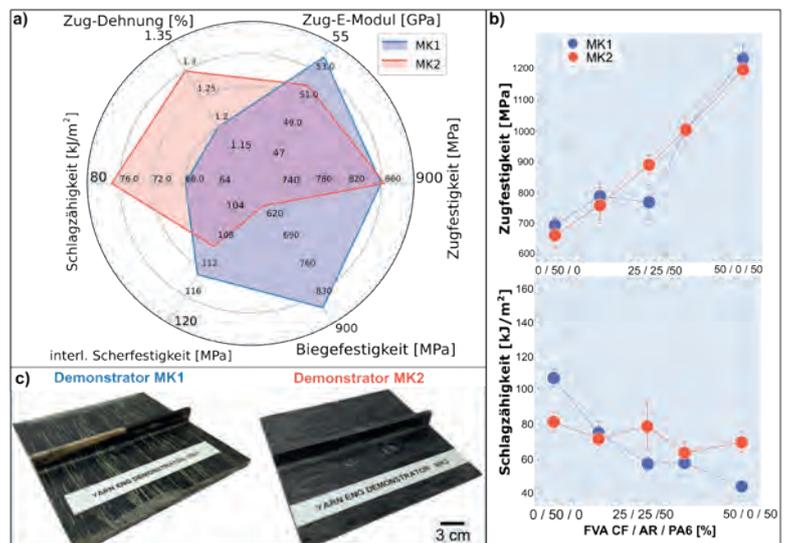
Aus den Garnen wurden im Thermopressverfahren Composites gefertigt und charakterisiert. Die gezielte Variation von Verstärkungsfasertypen (CF und AR), -anteilen und -aufmachung erlaubt die anforderungsgerechte Einstellung strukturmechanischer Composite-Eigenschaften. Bei hoher Durchmischung und Realisierung gleichmäßiger Garnstrukturen mit geringem Schädigungsgrad konnten, trotz der im Konzept 2 verwendeten recycelten Hochleistungsstapelfasern Verbundeigenschaften ähnlich der im Konzept 1 gefertigten filamentgarnbasierten Verbunde erzielt werden.

i TU Dresden | Fakultät Maschinenwesen
Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM)
Dipl.-Ing. Matthias Overberg
Wiss. Mitarbeiter
+49 351 463-44025
@ matthias.overberg@tu-dresden.de
tu-dresden.de/mw/itm



Das IGF-Vorhaben 21004 BR/1 der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

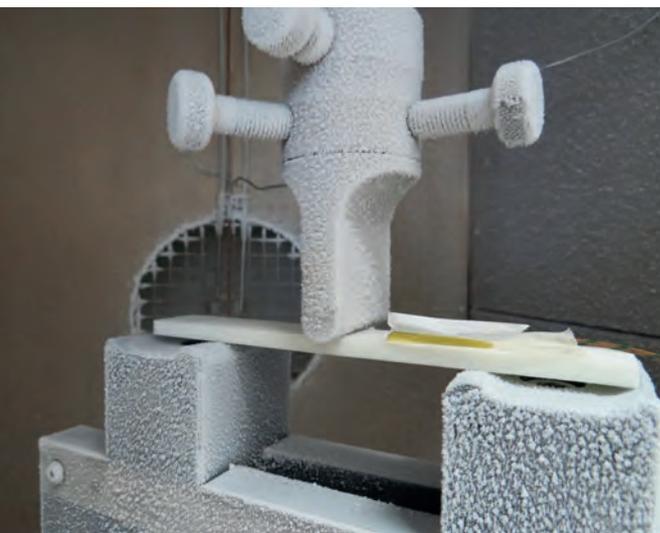
Materialkonzepte 1 und 2 im Vergleich



Cryogenic testing of composites

Challenges and safety aspects in cryogenic testing

Fiber-reinforced polymer composites are the primary material used in cryogenic applications, where the material's response can be significantly altered when cool to 20K. The application includes spacecraft, satellites, liquid propellants tanks, electrical insulation for superconductive magnets and devices used at cryogenic temperatures, and other structures that explore places with cryogenic temperatures.



Bend at -70°C

» Testing of composites according to standard test methods is feasible.«

In a chosen composite thermal stresses and critical loads might cause catastrophic failure or induce microcracks to form, spread around and eventually produce defects such as pores, cracks, and delamination through which the propellant might defuse, increasing the risk of an accident. Also, there is strict strain allowable for the cryogenic structures.

To ensure the safety, it is necessary to examine and fully understand the material properties at cryogenic temperatures. Describing the behaviour of composites under cryogenic temperature is time-consuming and expensive. Therefore, developing reliable models for exact damage prediction would be highly desirable. Clarification of the effects of extreme temperature conditions on the mechanical responses and microscopic damage evolution of composite structures is vital for advanced future applications.

Challenges in cryogenic testing

Researchers face many challenges related to health and safety, technical solutions, and inspection during cryogenic testing, such as skin burning in case of direct contact or projection, asphyxia due to oxygen displacement, liquid nitrogen spill-over, and possible explosion.

Also, many technical issues occur during cryogenic testing, such as material selection for

tooling, load introduction in critical temperature conditions, strain measurement, and ensuring qualitative results in a reasonable timeframe at acceptable costs. The challenges during an inspection are icing on the test setup,

low visibility due to fog creation, and specimen displacement due to boiling of cryogenic liquids (LN₂, LHe₂) during the short beam test.

Some crucial points must be considered while designing the cryogenic test setup:

- Correct choice of material for sample holder.
- Prevent machine from thermoelastic damage because of critical temperature condition and high required force.
- Smallest possible volume container so that little coolant is required.
- Prevent icing with special heating sleeves.
- Protect testing machine from condensation.
- Check the correct alignment and adjustability of load.
- Ensure the system can be calibrated.
- Proper selection of extensometer, e.g. C series strain gauges (consist of chrome-nickel special alloy on a polyimide foil) are ideal choice at cryogenic temperature condition.
- Less relative difference in CTE (coefficient of thermal expansion) between used materials.

Conclusion

In cryogenic testing, improvement is required regarding the appropriate testing methods, test setup, and inspection apparatus for the good quality of results and to eliminate the need for in-house built equipment. Testing of composites according to standard test methods is feasible. We need to take extra care to protect operators and machines. Tooling design

has to take into account cold temperature, and sometimes engineers need to think outside the box to get the results. ■



Author: Mohil Punia

i GMA Werkstoffprüfung GmbH, Stade
Bernd Zahab
 Niederlassungsleiter
 ☎ +49 4141 79 44 450
 @ b.zahab@gma-group.com
 🌐 www.gma-group.com

Der Weg zum emissionsfreien Fliegen

Kryogenes Wasserstoff-Kühlsystem für Leichtbau-Axialflussmotoren

Im Projekt „K-AXFLUX-H2“ forscht die Technische Hochschule Augsburg zusammen mit der Universität Augsburg seit diesem Jahr an der Möglichkeit eines Wasserstoff-Kühlsystems für elektrische Antriebssysteme bei Air-Mobility-Anwendungen. Das Ziel lautet: „Maximale Effizienz auf kleinem Bauraum bei geringem Gewicht, durch Nutzung des kryogenen Wasserstoffs im Antriebskonzept sowohl als Energieträger als auch als Kühlmedium.“



Das Projekt „K-AXFLUX-H2“ wird bis 2024 im Rahmen der „Holistischen Air Mobility Initiative“ des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft unter der Projekträger-schaft der IABG gefördert.

Elektrische Antriebe sind extremen elektromagnetischen, mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt. Trotz hohem Wirkungsgrad führen energetische Verluste zu hohen Temperaturen. Die dabei entstehende Wärme wird derzeit über das Gehäuse oder alternativ über eine Rotorkühlung abgeführt. Die technische Herausforderung liegt darin, eine große Wärmemenge innerhalb kurzer Zeit aus dem Motorkern abzuleiten.

Das übergreifende Projektziel ist die vollständige virtuelle Abbildung des Kühlprozesses in einem Leichtbau-Axialflux-Antrieb mithilfe von kryogenem Wasserstoff. Erstmals soll Wasserstoff hier nicht nur als Energiespeicher für eine Brennstoffzelle dienen, sondern seine latenten Wärmespeichereigenschaften sollen zur Kühlung und damit zur Effizienzsteigerung des neuartigen Elektromotors genutzt werden.

» Das vollkommen emissionsfreie, elektrische Antriebssystem ist prädestiniert für die Anwendung in fortschrittlichen und umweltfreundlichen Mobilitätskonzepten.«

Ein zentrales Ziel ist außerdem die Konzeptierung einer leichtbaugerechten, topologieoptimierten Struktur des Stators im Hinblick auf die komplexe Wechselwirkung mit dem Wasserstoff und den starken elektromagnetischen Feldern.

Das Antriebssystem ist platzsparend durch eine dünne, in CFK-Bauweise gefertigte Rotorscheibe mit geringem Durchmesser, die mit

dem Stator interagiert. Der soll im Zuge dieses Projekts additiv gefertigt werden.

Das gesamte System ist zudem auf ein hohes Drehmoment respektive eine hohe Leistung skalierbar und kann dadurch vielseitig eingesetzt werden.

Neue Werkstoffe und Bauweisen

Die geringe Wärmeleitfähigkeit der standardmäßig verbauten Werkstoffe führt zu einem Überhitzungsrisiko und entsprechender Leistungsreduzierung, wodurch es zu einer sicherheitstechnischen Abregelung der Antriebe kommt. So kann der optimale elektromagnetische Wirkungsgrad der Antriebe nicht erreicht werden.

Für die Auslegung des Kühlsystems ist die Betrachtung neuer Werkstoffe und Bauweisen unerlässlich, da innerhalb des sehr begrenzten Bauraums das Kühlsystem und die Lagerung untergebracht werden müssen. Das ist mit herkömmlichen Werkstoffen bei hohen Leichtbau-Anforderungen nicht realisierbar, sondern erfor-



Axialflussmotor mit CFK-Gehäuse

dert eine Hybridbauweise aus Hochleistungswerkstoffen, wie etwa eine Composite Grundstruktur mit metallischen Funktionselementen für die Rotor-Stator-Kombination.

Basierend auf den laufenden Forschungsaktivitäten mit Partnern aus Industrie und Forschung soll die ressourceneffiziente Herstellung von Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffen durch eine fasergerechte Auslegung und kurze Zykluszeiten unterstützt werden.

Model-Based Systems Engineering

Modellbasiertes Systems Engineering (MBSE) ermöglicht eine durchgängige Systemmodellierung mit offenen Schnittstellen für die Entwicklung. MBSE zur virtuellen Abbildung des technisch komplexen Axialflussmotors mit Wasserstoffkühlsystem ermöglicht zum einen weniger reale zeit- und kostenintensive Tests mit kryogenem Wasserstoff und trägt somit zu signifikant reduzierten Entwicklungs- und Testaufwänden bei. MBSE wird außerdem angewandt,



Autor:
Markus Fackler,
Wiss. Mitarbeiter,
Technische Hochschule
Augsburg

um eine Vorauswahl an Faser- und Materialkombinationen für die optimale Funktionalität des Gesamtsystems zu ermitteln.

Die technischen Lösungsmöglichkeiten mit den vielversprechendsten Materialkombinationen werden in darauffolgenden Arbeitspaketen iterativ weiterentwickelt und simulativ sowie experimentell analysiert. ■



Technische Hochschule Augsburg

+49 821 55 86-0

www.hs-augsburg.de

Prof. Dr.-Ing. André Baeten

@ andre.baeten@hs-augsburg.de

Prof. Dr.-Ing. Neven Majic

@ neven.majic@hs-augsburg.de

Universität Augsburg

+49 821 598-0

www.uni-augsburg.de

Prof. Dr. Markus Sause

@ markus.sause@mrm.uni-augsburg.de

Prof. Dr. Richard Wehrich

@ richard.wehrich@mrm.uni-augsburg.de

Völlig isoliert

Innovation trifft Tradition – neu entwickelte Faserverbund-Metall-Zahnkupplung

Zahnkupplungen sind klassische Elemente des Maschinenbaus und wurden wahrscheinlich unmittelbar nach dem Zahnrad erfunden. Sie sind drehsteif und ermöglichen den Ausgleich eines Winkelversatzes bei kleinem Bauraum. Was kann man daran noch besser machen? Eigentlich nichts, es sei denn, die Anwendung erfordert eine elektrische Isolation zwischen den Wellen.

Gemeinsam mit ihrem Kunden KWD Kupplungswerk Dresden GmbH hat die LZS GmbH die traditionelle Zahnkupplung zu einer elektrisch isolierenden Zwischenwelle weiterentwickelt. Funktionales Kernelement ist ein Rohr aus glasfaserverstärktem Kunstharz. Es überträgt in der entwickelten Variante Drehmomente von bis zu 300 Nm bei maximal 13.000 min⁻¹.

Gleichzeitig verbessert die dem Faserverbundwerkstoff eigene hohe Werkstoffdämpfung das Schwingungsverhalten der Kupplung. Besondere Aufmerksamkeit wurde auf das Fügeprinzip zwischen Glasfaserrohr und den metallischen Endstücken gelegt. Genutzt wird eine spezielle, am LZS entwickelte gestützte Pressverbindung. Diese Art der Verbindung ist robust, überlastsicher, preiswert und schnell zu fügen.



Elektrisch isolierende FVW-Metall-Zahnkupplung, eine Weiterentwicklung des LZS

Die isolierende Zwischenwelle ermöglicht es Anwendern, wie zum Beispiel Herstellern von Bahn- oder Maschinenan-

trieben, neuartige, leichte und vor allem kompakte Antriebsaggregate zu entwickeln. Die Welle ist inzwischen erfolgreich im Serieneinsatz und kann auf andere Spezifikationen angepasst werden. ■



LZS GmbH, Dresden

Kai Steinbach, Leiter Engineering

+49 351 44 69 60-10

@ kai.steinbach@lzs-dd.de

www.lzs-dd.de

Effizientere E-Motoren

Funktionalisierte Polymere in E-Motoren zur Reduktion von Gewicht und Verlusten

Überblick über Forschungsaktivitäten des KIT, der Universität Stuttgart und des Fraunhofer ICT, zum Einsatz funktionalisierter Kunststoffe in Rotor, Stator und Gehäuse verschiedener E-Motoren, um eine Gewichtsreduktion und Effizienzsteigerung zu erreichen.

Eines der ersten Projekte am KIT-FAST zum Einsatz von Polymeren in E-Motoren war das BMW geförderte Projekt „Produktionstechnologien für effiziente Leichtbaumotoren für Elektrofahrzeuge“.

ProLemo, 2013–2015

Hier wurde der Rotor einer Permanentmagnet-Synchronmaschine aus zwei verschiedenen Polymercompounds in einem Zweikomponenten-Spritzgussverfahren direkt verarbeitet.

Der innere Teil der Rotorsegmente, der die Last überträgt, wurde mit einem PA6-GF30 gefertigt und mit Topologieoptimierung auf Leichtbau optimiert. Der äußere Teil aus einem Soft-Magnetic-Compound (SMC, Polymer mit Eisenpartikeln) realisiert die elektromagnetischen Eigenschaften. Zur weiteren Gewichtsreduktion wurde die Rotorwelle in einem CFK-Wickelprozess hergestellt.

ReMos, 2020–2023

Um Rotoroptimierung geht es auch in dem im Rahmen des InnovationsCampus Mobilität der Zukunft laufenden Projekt „Effektive Reluktanzmaschine für emissionsfreie Mobilität ohne Seltene Erden“. In ReMoS soll unter anderem durch Verstärkung der Flussbarrieren die Drehzahlfestigkeit von Synchron-Reluktanzmaschinen verbessert werden. Hierzu wird faserverstärktes Polymer in die Flussbarrieren des Rotors eingespritzt, was die Rotorgeometrie verstärkt, ohne das magnetische Feld zu beeinflussen.

DEmil, 2017–2019

Neben der Effizienzsteigerung in Rotoren wurde auch der Einsatz von Polymeren im Stator betrachtet. Im durch die Vector Stiftung geförderten Projekt „Direktgekühlter Elektromotor mit integralem Leichtbaugehäuse“ wurde ein Prototyp entwickelt, in dem nicht nur die Statorkontur, sondern auch das Gehäuse aus Polymer gefertigt wurden.

Mit einer Flachdrahtwicklung zur Bauraumeinsparung können die Kühlkanäle im Stator

zwischen den einzelnen Zähnen platziert werden. So sind die Kühlkanäle teilweise unter einem Millimeter von den Wicklungen entfernt, wodurch die Kühlung unmittelbar erfolgt und die Verluste verringert werden. Zur Fixierung der Zähne wird der Stator mit einem hochwärmeleitfähigen Epoxidharz vergossen, wodurch gleichzeitig die Kühlkanäle entstehen. Der Verguss und ein spritzgegossenes, glasfaserverstärktes Phenolharz-Gehäuse realisieren dann das restliche Kühlsystem.

Das Gehäuse beinhaltet neben dem Kühlsystem auch Lagersitze und Buchsen für elektrische Anschlüsse. Gegenüber einer Aluminiumdruckguss-Lösung bietet das Polymergehäuse großes Potenzial bezüglich Leichtbau und Ressourceneffizienz.

Da ist mehr drin

Als Erweiterung des Projektes DEmil läuft aktuell das Projekt „Hocheffizienter Elektromotor mit additiv gefertigtem Kühlsystem in Kunststoffumspritzung“ (HEaK, 2021–2023) im InnovationsCampus Mobilität der Zukunft. Hierbei wird das innenliegende Kühlsystems des Stators um eine additiv gefertigte Wickelkopfkühlung erweitert, um die Leistungsverluste weiter zu reduzieren.

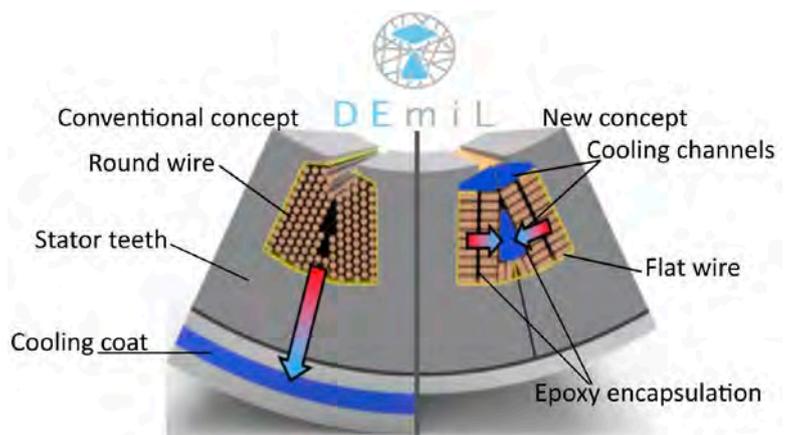
Die bisherigen Forschungsergebnisse zeigen, dass die Leistung von Elektromotoren durch den Einsatz von funktionalisierten Polymeren in vielfältiger Weise verbessert werden kann. Neben Effizienzsteigerung und Gewichtsreduktion bietet der Einsatz von Polymeren durch die damit einhergehenden Fertigungstechnologien auch hohes Potenzial für Funktionsintegration und Kostenreduktion. ■



We would like to thank the Bundesministerium für Wirtschaft (BMW) for funding the Project ProLemo, the Vector Stiftung for funding the project DEmil and the Baden-Württemberg Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) for funding the projects ReMoS and HEaK within the Innovations-Campus Mobilität der Zukunft.

Direktgekühlter Elektromotor

Direct-cooled electric engine



Enhanced electric engines

Using functionalized polymers in electric engines to reduce weight and losses

Overview of research activities of KIT, the University of Stuttgart, and Fraunhofer ICT on the use of functionalized polymers in rotor, stator, and housing of various electric engines to achieve weight reduction and efficiency increase.

One of the first projects at KIT-FAST on the use of polymers in electric engines was the BMWi-funded project "Production Technologies for Efficient Lightweight Engines for Electric Vehicles".

ProLemo, 2013–2015

Here, the rotor of a permanent magnet synchronous machine was realized from two different polymer compounds, being directly processed in a two-component injection molding process. For the inner part of the rotor segments, used for load transmission, a PA6-GF30 was used and optimized for lightweight design. The outer part, made of a soft magnetic compound (SMC, polymer with iron particles), realizes the electromagnetic properties. The CFRP winded rotor shaft made for even further weight reduction.

ReMoS, 2020–2023

The project "Effective reluctance machine for emission-free mobility without rare earths", part of the InnovationCampus Mobility of the Future, is also concerned with rotor optimization. One aim of ReMoS is to improve the speed stability of synchronous reluctance machines by reinforcing the flux barriers. For this purpose, fiber-reinforced polymer is injected into the flux bar-

i Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Fahrzeugsystemtechnik | Karlsruhe Institute of Technology, Institute of vehicle system technology (KIT-FAST)
Dr.-Ing. Florian Wittemann
 Prozesssimulation | Process simulation
 ☎ +49 721 608-45379
 @ florian.wittemann@kit.edu
 🌐 fast.kit.edu

riers of the rotor, which strengthens the rotor geometry without affecting the magnetic field.

DEmiL, 2017–2019

Also investigated was the use of polymers in the stator. In the Vector Foundation-funded project "Direct-cooled electric engine with integral lightweight housing", a prototype was developed in which not only the stator contour, but also the housing, was made of polymer.

By using a flat wire winding to save installation space, the cooling channels in the stator can be placed between the individual teeth. So sometimes the cooling channels are less than 1mm away from the windings, which provides direct cooling and reduces losses. Encapsulating the stator with a highly thermally conductive epoxy resin fixes the teeth and creates the cooling channels. The encapsulation and an injection-molded, glass fiber reinforced phenolic resin housing then implement the rest of the cooling system. In addition to the cooling system, the housing also includes bearing seats and bushings for electrical connections.

There is more to it

Extending DEmiL, the project "Highly efficient electric engine with additive manufactured cooling system in polymer overmolding" (HEaK, 2021–2023) is currently running in the InnovationCampus Mobility of the Future. Here, the internal cooling system of the stator is extended by an additive manufactured winding head cooling system to further reduce power losses.

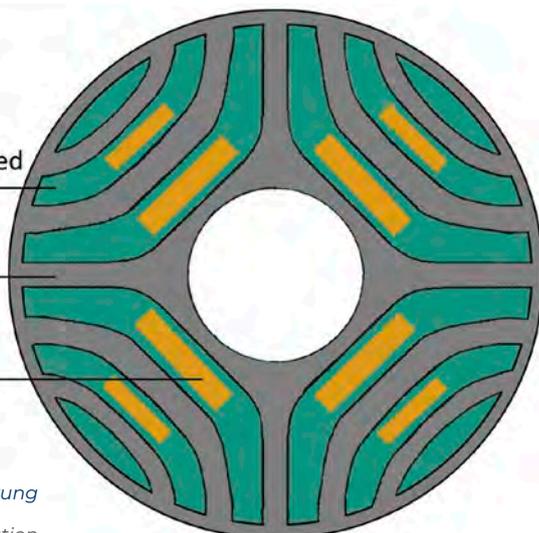
These research results show that the performance of electric engines can be improved by using functionalized polymers in many ways. In addition to increasing efficiency and reducing weight, the use of polymers also offers high potential for functional integration and cost reduction through the associated manufacturing technologies. ■



The results have been created in close cooperation between the KIT-FAST and the KIT-wbk (ProLemo, HEaK), the KIT-ETI (DEmiL, ReMoS, HEaK), the Fraunhofer ICT (DEmiL, HEaK), the institutes ITM (ReMoS), IKT (ReMoS) and IfW (HEaK) of the Stuttgart University as well the industry partners Wittenstein cybermotor, ArbURG, Index and Aumann in the project ProLemo.

ReMoS

Polymer reinforced flux barrier
 Electrical steel
 Rare earth free magnet



Weitere Rotoroptimierung

Aiming at rotor optimization

Intelligent und leicht

Carbon-Drehgestellrahmen mit integriertem Structural-Health-Monitoring-System

Durch den Einsatz hochwertiger Leichtbaumaterialien wie Carbon können die bewegten Massen für Bahnanwendungen erheblich reduziert und so auch die CO₂-Emissionen drastisch minimiert werden. Durch intelligente Laminataufbauten lassen sich zudem zusätzliche Funktionen wie Impactschutz, Feder- oder Dämpfungselemente oder ein Structural-Health-Monitoring-System in derartige Komponenten integrieren.

Die hohen Anforderungen in der Bahnindustrie stellten bislang signifikante Hürden zum Einsatz von Leichtbaumaterialien in diesem Segment dar.

In einem von der Sächsischen Aufbaubank (SAB) geförderten Forschungsvorhaben haben sich Wissenschaftler des KVB gemeinsam mit den Projektpartnern Hörmann VE, Fraunhofer IWU und IMA mit der Entwicklung und Fertigung eines Leichtbau-Drehgestellrahmens befasst. Um signifikant Masse einzusparen, wurde dabei die im Stand der Technik übliche Stahl-Schweißkonstruktion durch eine Carbonbauweise substituiert.

Herausgekommen ist ein um bis zu 80% leichter Drehgestellrahmen, der zudem mit zusätzlichen Funktionen wie einer integrierten Federung im Bereich der Längsträger aufwartet. Daneben zeigten Untersuchungen an Couponproben, wie eine derartige impactgefährdete Struktur durch geeignete Maßnahmen gegenüber Steinschlägen aus dem Gleisbett geschützt werden kann.

Integriertes Sensorsystem liefert permanenten Strukturzustand

Um derartige Belastungen auf die Struktur auch im laufenden Betrieb richtig bewerten zu können, bestand ein weiteres Ziel des Forschungsvorhabens in der Integration eines Structural-Health-Monitoring-Systems (SHM), das dauerhaft und zuverlässig auch unter realen (wechselnden) Umgebungsbedingungen den Strukturzustand überwacht.

Hierzu wurden bereits während der Herstellung der Carbon-Komponenten des Drehgestellrahmens über 130 Dehnungs-Sensoren im Laminat integriert. Das schützt gleichzeitig das empfindliche Sensorsystem vor äußeren Einflüssen. Über insgesamt zwölf ebenfalls im Laminat integrierte Kontaktierungsstellen wird



Drehgestellrahmen aus Carbon



Das Gesamtsystem aus Sensoren, Kontaktierungsstellen und Auswerteeinheit mit Stromversorgung wiegt lediglich etwa 1.300 g. Das führt nur zu einer unwesentlichen Massezunahme von weniger als 0,5% im Drehgestellrahmen.

die Vielzahl der Sensordaten ausgewertet. Dafür wurde eigens eine miniaturisierte und zugleich hochleistungsfähige Auswerteeinheit entwickelt.

Zugleich können mit dem System nicht nur Aussagen zum Strukturzustand, sondern auch zu fertigungsinduzierten Dehnungen getroffen werden, da die Sensoren bereits während der

Aushärtung der Carbonbauteile im Autoklav ausgelesen werden können. Mit den damit gewonnenen Erkenntnissen konnte der Einfluss der Härtung auf die Struktureigenschaften abgeleitet werden. Auf

der diesjährigen Messe InnoTrans wurden einzelne Komponenten des Drehgestellrahmens auf dem Messestand der Hörmann VE der Öffentlichkeit präsentiert.

Potenziale des Sensorsystems auch für weitere Bahnanwendungen

Das eingesetzte Sensorsystem kommt auch in anderen Bahnanwendungen bereits zum Einsatz. So konnten in der Vergangenheit schon Torsionsfedern aus CFK mit der Sensorik ausgestattet werden. Zudem werden im KVB derzeit GFK-Druckluftbehälter mit integrierter Sensorik für den Einsatz in Güterwaggons im Faserwickelverfahren gefertigt. ■



KVB Institut für Konstruktion und Verbundbauweisen gGmbH, Großweitzschen
Dipl.-Ing. Christoph Albani
 Leiter Forschung & Entwicklung
 +49 3431 734 25 94
 @ christoph.albani@kvb-forschung.de
 www.kvb-forschung.de

Vom falschen Versagen

Kurzer Denkanstoß zur Zugprüfung von Faser-Kunststoffverbunden entsprechend ISO 527-4:2021

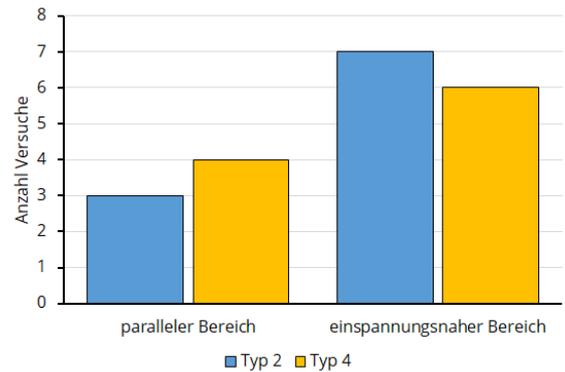
In der Norm DIN EN ISO 527-4 werden die Prüfbedingungen für die Bestimmung der Zugeigenschaften isotrop und anisotrop faserverstärkter Kunststoffverbundwerkstoffe festgelegt. Für endlosfaserverstärkte Werkstoffe wird ein rechteckiger Probekörper gefordert, der mit oder ohne Lasteinleitungselemente geprüft werden kann.

Aufgrund mechanischer Effekte wie der Spannungsüberhöhung an geometrischen Kerben neigen rechteckige Probekörper dazu, nahe der Einspannung zu versagen. Dies ist prinzipiell nicht gern gesehen, da es der Annahme widerspricht, dass Materialkennwerte möglichst frei von überlagernden Einflüssen experimentell ermittelt werden sollten.

Dies sollte nun mit dem neuen Probekörpertyp 4 verbessert werden, welcher in der bereits veröffentlichten ISO 527-4:2021 beschrieben wird. Hier handelt es sich um einen leicht taillierten Probekörper, der in einem 25 mm langen parallelen Bereich eine Breite von 25 mm aufweist, die dann auf eine Breite von 28 mm im Spannungsbereich überführt wird. Gemäß den Gesetzen der Mechanik wird im taillierten parallelen Bereich das richtige Versagen auftreten.



Probekörper
Typ 2 (li.), Typ 4 (re.)



Keine signifikanten Unterschiede bei den Brüchen

Die komplexe mathematische Beschreibung der Taillierung treibt dem praxisorientierten Prüflingenieur Schweißperlen auf die Stirn. Die Beschreibung muss aber genutzt werden, um die Zugfestigkeit und Bruchdehnung nachträglich zu korrigieren, falls dann doch ein Versagen außerhalb des ziemlich geringen parallelen Bereiches auftritt. Inwieweit die Spannungs-Dehnungskurve, die für Berechnungsingenieure durchaus ihre Daseinsberechtigung hat, korrigiert wird, bleibt noch zu klären.

... und vom Versuch, immer richtig zu versagen

Kurz zusammengefasst kann berichtet werden, dass Probekörpertyp 4 die Wahrscheinlichkeit eines mittigen Bruches im parallelen Bereich nicht signifikant verbessert, die Materialkennwerte nahezu identisch bleiben und der reine Prüfaufwand sich deutlich erhöht. Und das, obwohl hier schon auf die Korrektur der Festigkeits- und Bruchdehnungswerte bei Bruch im nicht-parallelen Bereich im Sinne der Effizienz verzichtet wurde.

Weitere Untersuchungen und detaillierte Veröffentlichungen folgen. An einem Austausch zu diesem Thema sind wir sehr interessiert und erwarten gespannt das Erscheinen der deutschen Ausgabe dieser Norm

Neuer Probekörpertyp auf dem Prüfstand

Im Rahmen der ersten Evaluierung des neuen Probekörpertyps wurden jeweils zehn Probekörper eines handelsüblichen duroplastischen CFK-Gewebes untersucht.

Die Zugprüfung gestaltet sich dann aufwendiger als gedacht. Zunächst muss die Mitte des Probekörpers ermittelt werden, um die Markierung für eine optische Dehnungsmessung anzubringen. Die Nutzung von Anschlägen zur optimalen Ausrichtung der Längsachse ist aufgrund der Taillierung zumindest fraglich, und auch die mittige Positionierung des Probekörpers in der Prüfmaschine ist nicht ganz trivial.

Beim Vergleich der ermittelten Spannungs-Dehnungskurven des Probekörpers Typ 2 mit Typ 4 fällt das stärkere Rauschen bei Typ 4 auf, das durch die stark verkürzte Messlänge von 25 mm hervorgerufen wird. Die Gegenüberstellung der ermittelten Materialkennwerte sowie der Anzahl der im mittigen, parallelen Bereich versagten Probekörper zeigt keine signifikanten Unterschiede.



LZS GmbH, Dresden
www.lzs-dd.de

Dipl.-Ing. Ralph Bochynek, Head of Testing

+49 351 44 69 60-40

@ ralph.bochynek@lzs-dd.de

Dipl.-Ing. Christian Läßig, Deputy Head of Testing

+49 351 44 69 60-41

@ christian.laessig@lzs-dd.de

Packende Neuigkeit

Optimierte Leichtbaustrukturen für automatisierte Roboteranwendungen

Als Automatisierungsspezialist ist der Anlagenbauer FFT vielfach Projektpartner und Innovationstreiber. Das neueste Technologieprodukt ist das Leichtbau-Produktionssystem FibreTec 3D, das FFT als Industriepartner mit der Mercedes-Benz AG entwickelt, Basis einer völlig neuartigen Produktionsanlage.

Innovative Montage- und ganzheitliche Fertigungstechnologien für CFK- und Aluminium-Großstrukturen entwickelt FFT seit vielen Jahren. Um diese Aktivitäten weiter voranzutreiben, wurden und werden enge Kooperationen mit namenhaften Forschungseinrichtungen

» FibreTec 3D ist eine flexible Fertigungstechnologie für die automatisierte Bauteilproduktion – für Standardprofile und individuelle Strukturbauteilgeometrien.«

Patrick Markert, Director New Business & Technology

wie DLR oder Fraunhofer IFAM im Rahmen komplexer Forschungsprojekte durchgeführt.

Vier Schwerpunkte kennzeichnen das Angebot des erfahrenen Anlagenbauers: 1) produktbasierte Anwendungen für den Karosserie-Rohbau, 2) Bereitstellung von Fertigungstechnologien, 3) Planung und Produktion von CFK-Standardprofilen für den Werkzeugbau sowie 4) die direkte Produktion von FVK-Strukturbauteilen.

FibreTec 3D – Greiferarm der neuesten Generation

Kernkompetenz Leichtbaugreifer

Im produktbasierten Betätigungsfeld gibt es zwei wesentliche Technologie-Streams. Zum einen entwickelt und produziert FFT CFK-basierte Leichtbaugreifer für die Karosseriemontage im Automotive-Segment und zur Stringerablage für Aerospace. Zum anderen entsteht aktuell eine völlig neuartige Produktionsanlage, die auf der neu entwickelten FibreTec 3D Technologie beruht.

Gemein haben die beiden Ansätze, „konventionelle“ Leichtbaugreifer und FibreTec 3D, dass sie klassischen Leichtbauanforderungen entsprechen. Sie stehen für Gewichtseinsparung, was die Trägheitsmomente minimiert sowie hohe mechanische Steifig- und Festigkeit gewährleistet. Gleichzeitig entsprechen sie dem Interesse, dass die Total Cost of Ownership im direkten Vergleich zu den jeweiligen konventionellen Metalllösungen niedriger ausfallen sollen.

Neuester Greiferarm FibreTec 3D

Das neueste Leichtbau-Produkt von FFT ist der FibreTec 3D. Produktentwickler Mercedes-Benz band FFT als Industrialisierungspartner in den Entwicklungsprozess ein.

FibreTec 3D besteht aus zwei Ausprägungen. Die Technologie basiert auf einem robotergetriebenen Applizieren von CFK-Rovings auf standardisierte Metallträger-Elemente. Mit diesem Verfahren werden Standardprofile zur Substitution klassischer Aluminium-Profile produziert.

Alternativ können dreidimensionale Geometrien zur Herstellung kundenspezifischer



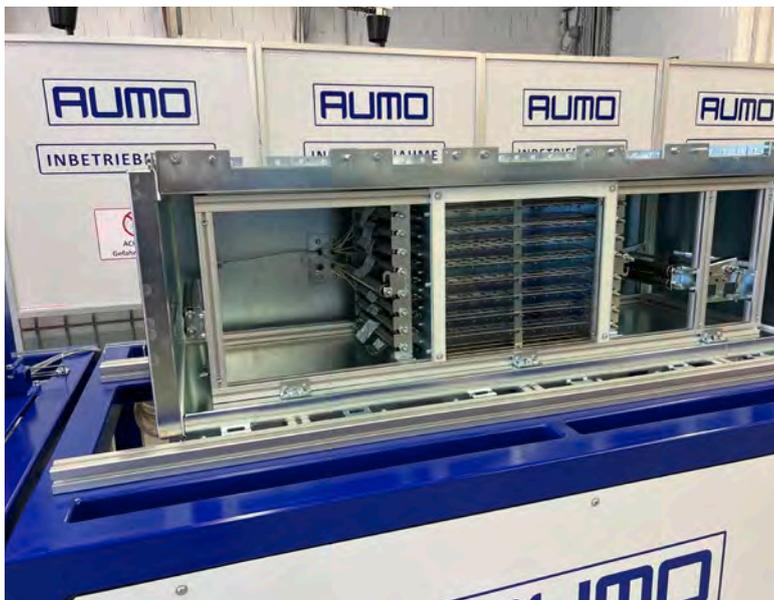
scher Strukturbauteile realisiert werden. Der Einsatz des FFT-lightweight FibreTec 3D-Greifer kann zu einer Massereduktion von 30% bis 40% gegenüber Aluminium-Profilen führen. Zudem besteht Konnektivität zu anderen Industrie-/Kundenstandards. Ein weiterer Benefit ist die reduzierte Trägheit am Roboterarm.

Die Entwicklung des FibreTec 3D ist noch nicht gänzlich abgeschlossen. Aktuell findet die Industrialisierung aus dem Entwicklungsprojekt statt. Bis Mitte 2023 wird eine Serienproduktionsanlage im Leichtbauzentrum Mücke voll zur Verfügung stehen. ■

i FFT Produktionssysteme GmbH & Co. KG, Fulda
Patrick Markert, Director
 New Business & Technology
 ☎ +49 175 593 89 72
 @ patrick.markert@fft.de
 🌐 www.fft.de

Stacks ohne Ende

Modulare Stacker-Unit unterstreicht Zukunftsorientierung im Anlagen-Angebot



Die neueste Anlage des sächsischen Anlagenbauers AUMO GmbH erstellt aus Kohlestofffaser-Halbzeugen und Patches einen Stack, der im Endlosprozess einer Konsolidierung zugeführt wird. Durch die modulare Konstruktion kann der Kunde seinen Prozess skalieren und funktional durch weitere Module ergänzen.

Detail Fixiereinheit

Die AUMO GmbH baut Anlagen für zukunftsweisende Faserverbundbearbeitung, Beschichtungen und Automation. Im Geschäftsbereich Faserverbund entwickelt und fertigt Aumo Fertigungsanlagen zur Herstellung und Bearbeitung von Faserverbundwerkstoffen. Hierzu gehören Wickelanlagen zur Herstellung von Faserverbundstrukturen, Mess- und Prüfanlagen, Fertigungseinrichtungen für Multimaterialstrukturen, Konsolidieranlagen, Klebe-, Prüf- und Fügeanlagen etc.

i Aumo GmbH, Radebeul
Ben Rösler, Geschäftsführer
 ☎ +49 351 897 11-253
 @ ben.roesler@aumo.de
 🌐 www.aumo.eu



Einsatzbereite Stacker-Unit

Sondermaschinen als Kernkompetenz

Die neueste Anlage erstellt aus Kohlestofffaser-Halbzeugen und Patches einen Stack, der im Endlosprozess einer Konsolidierung zugeführt wird. Die Patches haben eine Abmessung von 75 bis 400 mm Breite und eine maximale Länge von 3000 mm.

Die Stacker-Unit ist in vier Module gegliedert: 1) Eine Abrolleinheit, die bis zu zehn Rollen gebremst aufnehmen kann, danach 2) eine Schneid- und Positioniereinheit, in der die einzelnen Lagen justiert und positioniert werden. In der 3) thermischen Fixiereinheit werden die einzelnen Lagen linienförmig fixiert. Und abschließend stellt die 4) Kraft-Weg-geregelte Transporteinheit den Abtransport der erstellten Lagen sicher.

Die Stacker-Unit wurde mit Bedacht so konstruiert, dass sie sich aus austauschbaren Modulen zusammensetzt. So kann der Kunde seinen Prozess skalieren und funktional durch weitere Module ergänzen. ■

Punktgenaue Zuarbeit

Modulares Maschinen- und Dienstleistungsangebot für jede Anforderung

Die erfolgreich etablierte Conbility GmbH, ein preisgekröntes Spin-off der RWTH Aachen, lädt Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen in ihr Technikum am Firmensitz in Herzogenrath ein. Es ist das optimale Umfeld, um das kundenspezifisch flexible Maschinen- und Dienstleistungs-Portfolio rund um die Tape-, Prepreg- und Dry-Fiber-Verarbeitung zu prüfen und Möglichkeiten einer Zusammenarbeit zu diskutieren.

Das mittelständische Unternehmen entwickelt und liefert industrielle Maschinensysteme für das Legen und Wickeln von UD-Faserhalbzeugen (thermoplastische Tapes, Dry-Fiber-Rovings, Duroplast-Prepregs) sowie Doppelbandpressensysteme für die kontinuierliche Produktion von 2D-Composite-Halbzeugen. Dazu gehören auch Engineering Services für die Bauteilentwicklung, Lösungen und Produkte zur Unterstützung der Auftrags-, Prozess- und Produktkalkulation sowie des CO₂-Footprints für Fertigungsprozesse. Stützen des Angebots sind die eigens entwickelte intuitive Software OPLYSIS-eco samt Expertise in Material- und Produktionstechnologien sowie dem Sondermaschinenbau.

2D-Tapelegemaschine

Bei der Verarbeitung von unidirektional-(UD-)endlosfaserverstärkten thermoplastischen Tapes können Laminare in situ konsolidiert hergestellt werden, was kosten- und energieaufwendige Nachkonsolidierung in Pressen ersetzt. Beispielhafte Anwendungen sind lokale Versteifung von Kunststoffspritzgießbauteilen, Laminare für nachfolgendes Thermoformen oder lokale UD-Verstärkung bestehender thermoplastischer textilbasierter „Organobleche“.

Die schlüsselfertige Conbility 2D-Tapelegemaschine mit integriertem 4 kW Lasersystem ist skalierbar bezüglich der Laserleistung, der Anzahl der Tape-Spulen am Lege-Applikator und bezüglich der Tischgröße (z. B. mit Durchmesser 1,5 m oder 2,0 m), und sie kann in bestehende automatisierte Produktionsketten modular integriert werden.

Die Maschine verfügt über eine laser-sichere Einhausung (Laserschutzklasse 1), so dass keine zusätzlichen Laserschutzmaßnahmen in der Produktionsumgebung erforderlich sind. Von PP bis PEEK lassen sich sämtliche Thermoplast-Tapes mit sämtlichen Fasermaterialien der Ver-



3D-Tapelegekopf: ein Werkzeug für drei Technologien

stärkungsfasern verarbeiten bei Prozessgeschwindigkeiten bis zu 1 m/s (materialabhängig).

Schnell, präzise und energiesparend

Lasersysteme der Fa. Laserline als Wärmequelle für das laserunterstützte Tapelegen ermöglichen eine gezielte hochintensive Erwärmung sowie eine schnelle und präzise Regelung des Energie-Eintrags in den Legeprozess. So wird die Energie ausschließlich im Prozessbereich eingebracht, ohne die Peripherie zu erwärmen.

Zudem können die Tapes präzise oberflächennah angeschmolzen werden. So wird eine Konsolidierung erreicht, ohne die gesamte Tapedicke durchzuschmelzen, was zum Verlust der hohen Tape-Qualitätsgütern führen würde.

Ein System für drei Technologien

Der modular einsetzbare und multifunktionale 3D-Tapelegekopf ist ein Werkzeug – und damit eine Investition – für drei Technologien:

1. Thermoplast-Tape-Verarbeitung
2. Dry-Fiber-Placement
3. Duroplast-Prepreg-/Towpreg Verarbeitung

Der Kopf kann entweder in kundenseitig bestehende Robotersysteme integriert werden und ist mit dezentraler Steuerung und HMI ausgestattet oder wird zusammen mit einer schlüsselfertigen laser-sicheren Fertigungszelle samt Robotik, Legetisch, Wickelachse etc. von Conbility als Turn-Key-Fertigungszelle angeboten. ■



Für Neukunden aus dem Composite United Netzwerk sind erste Machbarkeitsuntersuchungen kostenlos, z.B. Fertigung von Test-Laminaten oder lokales Tape-Verstärken von kundenseitigen Kunststoffbauteilen.

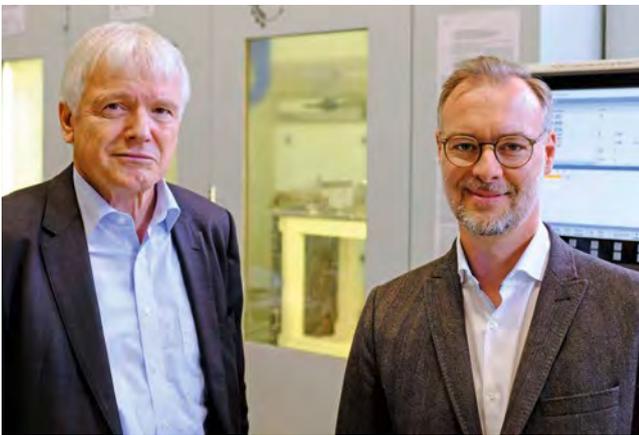


CONBILITY GmbH, Herzogenrath
Dr.-Ing. Michael Emonts, Geschäftsführer
Dr.-Ing. Kai Fischer, Geschäftsführer
 ☎ +49 172 720 76 81
 @ michael.emonts@conbility.com
 🌐 www.conbility.com

Weiter so

Lehrstuhl Produktionstechnik des IPMT der Technischen Universität Hamburg unter neuer Leitung

Zum 1. Oktober 2022 übernahm Prof. Dr.-Ing. Jan Hendrik Dege den Lehrstuhl Produktionstechnik am Institut für Produktionsmanagement und -technik (IPMT) der Technischen Universität Hamburg (TUHH) von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Hintze. Dieser führte den Lehrstuhl erfolgreich seit 1999 und wird im Sinne einer nahtlosen Übergabe weiterhin beratend tätig sein.



Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Hintze (li.) und Institutsnachfolger Prof. Dr.-Ing. Jan Dege (re.)

Der neue Leiter promovierte am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover über die Bearbeitung von Schichtverbunden aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff und Titan. Die letzten elf Jahre war er in leitenden Funktionen bei der Premium Aerotec GmbH in Varel tätig.

In seiner neuen Aufgabe am IPMT widmet sich der Zerspanungsexperte sowohl der grundlagenorientierten Erforschung neuartiger Fertigungsprozesse und -systeme, als auch deren Transfer in die industrielle Anwendung. Besonderes Augenmerk gilt der nachhaltigen, ressourcenlimitierten Zerspanung, der Einbindung in digitalisierte Prozessketten sowie der Nutzung von KI/ML-Methoden und smarterer Sensorik. Auch die Bearbeitung von additiv gefertigten Leichtbaustrukturen und neuartigen Leichtbauwerkstoffen, intelligente Programmierungs- und Simulationstechnologien, Grundlagenforschung sowie anwendungsorientierte Entwicklungsprojekte werden nahtlos fortgeführt. ■



Technische Universität Hamburg (TUHH)
Prof. Dr.-Ing. Jan Dege, Leitung Institut für
Produktionsmanagement und -technik (IPMT)
☎ +49 40 42 878-3133
@ jan.dege@tuhh.de
🌐 www.tuhh.de/ipmt

CCOR

leichtbau ist
unser antrieb.

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

:CCOR
light weight
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)

Unter Druck in Bestform

Mittels Fließpressverfahren zu Formteilen aus faserverstärkten Kunststoffen

Als Dienstleister im Bereich faserverstärkte Kunststoffe ist die Asglaform composites GmbH seit Juni 2022 Mitglied im Composites United e.V. (CU). Ihr Schwerpunkt liegt in der Verarbeitung von Materialien wie GMT, LWRT, BMC oder SMC im Fließpressverfahren auf einer hydraulischen Unterkolbenpresse mit 25.000 kN Presskraft. Das Team übernimmt dafür die komplette ingenieurtechnische Umsetzung, von der Entwicklung der Presswerkzeuge über die Nachbearbeitung bis zum fertigen Bauteil.

Faserverstärkte Kunststoffteile (FVK) finden vor allem dort Anwendung, wo sowohl an das Gewicht als auch an die Festigkeit der Bauteile hohe Anforderungen gestellt werden. Das Fließpressverfahren bietet hier eine flexible Möglichkeit, um komplexe Bauteile aus verschiedensten faserverstärkten Halbzeugen, sowohl duro- als auch thermoplastisch, mit kurzen Taktzeiten herzustellen.

Durch endlosfaserverstärkte Halbzeuge, beispielsweise auf Basis von Gelegen, Geweben oder Wirrfasermatten aus Glas oder Carbon, lässt sich dabei eine gezielte Bauteilverstärkung erreichen. Interessant ist dies unter anderem für Unterbodenverkleidungen, Strukturelemente, Batterieträger oder in der Gebäudetechnik.

Moderne Maschinen

Zur Herstellung solcher Bauteile verfügt das 2016 gegründete Unternehmen Asglaform über einen modernen Maschinenpark: Die schonende Erwärmung der thermoplastischen Halbzeuge erfolgt in einem temperaturgeregelten Etagen-Umluftofen der Firma HK Präzisionstechnik.

Die anschließende Formgebung erfolgt auf einer 25.000 kN starken Unterkolben-Kurzhubpresse der Fa. Schuler mit einer Tischgröße von 2000 mm x 2800 mm, die mit kurzen Druckaufbauzeiten und einer Parallelhalteregelung speziell für die Verarbeitung von Kunststoffen konzipiert ist. Bei einem Werkzeuginnendruck von 250 bis 300 bar wird das Faser-Kunststoff-Halbzeug in der gesamten Form optimal verteilt und auch komplexe Geometrien wie zum Beispiel Rippenstrukturen sicher abgeformt. Die maximale Druckkraft wird dabei bereits nach 0,14 Sekunden erreicht und damit sichergestellt, dass die Fließfront gleichmäßig durch die gesamte Kavität läuft.



Oben: Etagen-Umluftofen zur schonenden Erwärmung der Halbzeuge © Jan Felber

Unten li.: Unterkolben-Kurzhubpresse mit 25.000 kN Presskraft

Unten re.: Doppeltisch-Frässystem zur mechanischen Nachbearbeitung

Die mechanische Nachbearbeitung erfolgt auf einem Doppeltisch-Frässystem der Firma HG Grimme, das durch separate Absaug- und Filtersysteme für die sichere Verarbeitung von faserverstärkten Materialien geeignet ist.

Umfassender Service

Asglaform steht für den gesamten Entwicklungs- und Produktionsprozess als Partner zur Verfügung, angefangen bei der Beratung zur Materialauswahl über Bauteiloptimierung, Werkzeugkonstruktion und Pressformung von Bauteilen bis hin zur Qualitätssicherung. Presse und KnowHow können auch Interessenten mit vorhandenen Werkzeugen nutzen, etwa zur Kapazitätsunterstützung bei laufender Serie oder zum Sicherstellen des Ersatzteilbedarfs nach Serienende. Für Vorversuche oder für die Herstellung von kleineren Baugruppen steht zusätzlich eine analog aufgebaute Technikumsanlage zur Verfügung. ■

 ASGLAFORM composites GmbH,
Bobritzsch-Hilbersdorf
Dr. Iris Gege
+49 3731 35 06-30
i.gege@asglawo.de
www.asglaform.de

Making Composite AM More Sustainable

Innovations in composite additive manufacturing provide new opportunities to make structural composites greener, more energy efficient

Interest is growing not only among consumers and NGOs but also corporations in making products more sustainable and manufacturing greener and more circular. Forward-thinking industry leaders understand that reducing manufacturing's carbon footprint improves the planet and saves money while making products more attractive to consumers.

As composite additive manufacturing (AM) evolves, processes that already are less energy intensive can become greener and more circular owing to the following trends.

Digital by design

Digitization of the full design through the production process reduces energy consumption and cost. Most prototyping can be shifted from time consuming production and testing of physical prototypes to virtual prototyping with the digital twin.

Only once simulation determines the lightest design meeting performance requirements and cost targets need physical parts be produced and tested to verify agreement between predicted and measured results. This greatly speeds up design, helping bring products to market faster at lower cost.

Full digitization of the printing process also helps reduce/eliminate post-mold QA checks.

Higher efficiency, less waste

Versus conventional/subtractive manufacturing, composite AM reduces material usage and scrap due to unmatched design freedom, more precise fibre-layout control, and the ability to print net-shape parts. Highly efficient designs using the least material at the lowest mass reduce environmental impacts during a part's use life – especially when composites replace metals and where thermoplastic matrices permit recycling of scrap and end-of-life parts.

Printing itself is energy efficient. Printed preform functionality is further increased and secondary operations eliminated when hardware is insert molded or preforms are injection/compression overmolded with neat polymer or composites. Unique surfaces can be created, eli-



Helicopter hinge in benchmark steel (above) and printed/moulded CFRTP (below)



Authors: Dr. Martin Eichenhofer and Yannick Willemin

minating paint, which has significant environmental burden.

A carbon fibre-reinforced thermoplastic composite (CFRTP) helicopter door hinge was benchmarked against a machined titanium hinge of the same volume. The composite is lighter (0.03 vs. 0.09kg), performed as well, and costs less (€35 vs. €70 for 1,000 parts/year). A greenhouse gas emission analysis also showed CFRTP was having a significantly lower environmental impact.

Recycled bio-based materials

Manufacturers selecting a composite AM system using open-source thermoplastic materials lower cost and risks of supply-chain disruptions, can recycle offal, and increase material-selection options, including use of recycled/upcycled polymers, polymers from biobased monomers (such as polyamide11), and recycled fibres, further increasing circularity and sustainability.

For all its benefits, only when composite AM is cost-competitive in high-production manufacturing will it make significant contributions to greening manufacturing. ■



9T Labs AG, CH-Zürich
Yannick Willemin, Head Marketing & Business Development
 +41 78 665 69 70
 @ yannick@9TLabs.com
 www.9tlabs.com

Von Heavy Metal zu Leichtbau

Online-Plattform bietet Unterstützung auf dem Weg von „alten Strukturen“ zu neuem Denken

» Wenn du schnell gehen willst, gehe alleine. Wenn du weit kommen willst, gehe gemeinsam.«

Afrikanisches Sprichwort

Eine neue Online-Plattform namens Open Fiber Systems stellt der Württembergische Maschinen- und Apparatebauer M&A Dieterle zur Verfügung. Sie ist konzipiert als offenes System für modulare Anlagenkonzepte, flexible Prozesslösungen, vereinfachte Automatisierungsprozesse, Entwicklung neuer Technologien und Wissenstransparenz.

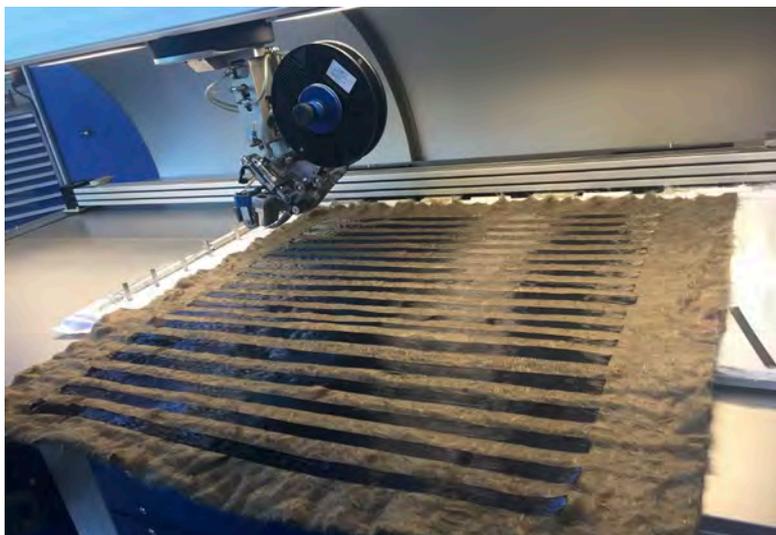
Seit über 60 Jahren verarbeiten wir Metall, die Gesetze und Fertigungsmethoden sind hier seit langem etabliert. Composites sind dagegen ein relativ junges Feld.

Offenes System

Wir haben den Einstieg in die Composite Welt durch Wissenstransparenz und offenen Austausch mit Forschenden, Start-ups und Unternehmen gesucht und dieses Wissen gebündelt. Diesen Ansatz wollen wir ausbauen und weitergeben, um gemeinsam mit Partnern bessere Prozesse und Produkte zu entwickeln. Hierzu haben wir die Plattform „Open Fiber Systems“ als offenes System aufgebaut.

Unser Ziel ist es, durch Offenheit, Transparenz, Wissensaustausch und Bildung von interdisziplinären Netzwerken für alle Beteiligten einen Mehrwert zu generieren. Wir wollen den

Stack-Fertigung mit Maschinen aus dem Open Fiber System



Zugang zum Thema Leichtbau für alle Interessierten und Neugierigen im Sinne des Wortes „Leicht machen“ gestalten.

Praxisbeispiele

Für uns ist Leichtbau ein spannendes und wichtiges Zukunftsfeld, das es gerade in dieser wandlungsintensiven Zeit gilt, gemeinsam weiter zu öffnen und aufzubauen.

Die Maschinen aus dem Open Fiber System kamen auch im gerade abgeschlossenen BMBF Projekt „HyWet – Kosten- und ressourceneffiziente Herstellung von FRP-Metall-Hybridstrukturen“ zum Einsatz. Unsere Aufgabe in diesem Projekt war es, Trockenfasertapes herzustellen und diese zu Preforms zu legen. Hierzu bauten wir unsere flexiblen Anlagen immer wieder um und passten sie auf die neuen Prozesse an. Auch Sensoren zur Prozessdatenerfassung wurden integriert.

Beispielsweise wurde zur Prozessoptimierung jeweils ein Parameter, wie etwa die Faserspannung, in der Trockenfasertapeanlage systematisch verändert und die Sensordaten während jedes Tapeherstellungslaufs erfasst. So konnten wir die Trockenfasertapeherstellung für die Folgeprozesse optimieren.

Auch wurden unterschiedliche Materialkombinationen beim Preforming getestet. Sowohl Basalt als auch Recycling-Vliesstoffe dienen als Legefläche, die mit Fasertapes gezielt verstärkt wurden. Diese Preforms wurden erfolgreich im Nasspressverfahren am Fraunhofer ICT in Pfingstal verpresst. ■



M & A DIETERLE GmbH Maschinen- und Apparatebau, Ottenbach
Dr. Bettina Schrick, Projekt Management
 ☎ +49 7165 201-54
 @ bettina.schrick@ma-dieterle.de
 🌐 www.ma-dieterle.de



Wir würden gerne weitere anwendungsbezogene Projekte entwickeln, die das Thema automatisierte Tapeherstellung, Preforming oder Wickeln beinhalten. Mit unserem Baukasten können wir ein breites Spektrum abdecken. Besuchen Sie uns – wir nehmen uns gerne Zeit für Sie.

Teilchen-Kunde

Stäube beim mechanischen Recycling faserverstärkter Thermoplaste

Bei der Zerkleinerung faserverstärkter Thermoplaste entstehen teils große Mengen an Faserstaub. Untersuchungen haben gezeigt, dass dieser Faserstaub in Tests keine zelltoxische Wirkung hervorruft und dass eine gezielte Prozessführung die Faserstaubmenge zusätzlich reduzieren kann.

Faserverstärkte Kunststoffe (FVK) gelten als „Enabler“ für den Leichtbau und ermöglichen eine ressourcen- und emissionsarme Mobilität. Dabei ist es notwendig, dass die faserverstärkten Produkte am Ende ihres Lebenszyklus auf nachhaltige Weise recycelt werden können. Am Institut für Leichtbau mit Hybridsystemen (ILH) beschäftigt sich die Kunststofftechnik Paderborn (KTP) daher seit einigen Jahren verstärkt mit dem Thema Recycling faserverstärkter Kunststoffe. Das Projekt „Faserstäube“ (AiF-iGF, Nr. N20746) hat dabei insbesondere die staubarme Zerkleinerung der faserverstärkten Kunststoffe thematisiert sowie die Entstehung toxischer Faserbruchstücke.

Definition

Potenziell gesundheitsgefährdend sind insbesondere die sogenannten WHO-Fasern, da diese bis in die Alveolen der Lunge vordringen können. Als WHO-Fasern werden Fasern mit einem Durchmesser $< 3 \mu\text{m}$, einer Länge $> 5 \mu\text{m}$ und einem Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis von

$> 3:1$ bezeichnet. Sie können durch ein Zerspleißen von Glas- oder Kohlenstofffasern bei mechanischer Beanspruchung entstehen.

Ziel des Projektes „Faserstäube“ war, die Entstehung von WHO-Fasern oder alveolengängiger Staubfraktionen bei dem mechanischen Recyceln thermoplastisch faserverstärkter Kunststoffe zu untersuchen sowie deren Toxizität zu analysieren. Weiterhin wurden durch eine gezielte Optimierung der Parameter beim Zerkleinerungsprozess die Entstehung alveolengängiger Stäube verringert.

Durchführung

Es wurden faserverstärkte Kunststoffe mit unterschiedlicher Faser-Matrix Kombination zerkleinert, wobei die Zerkleinerungsparameter Drehzahl, Durchsatz, Siebmaschenweite und Aufgabegröße variiert wurden. Das Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung untersuchte die entstandenen Stäube hinsichtlich ihrer Toxizität.

Daten

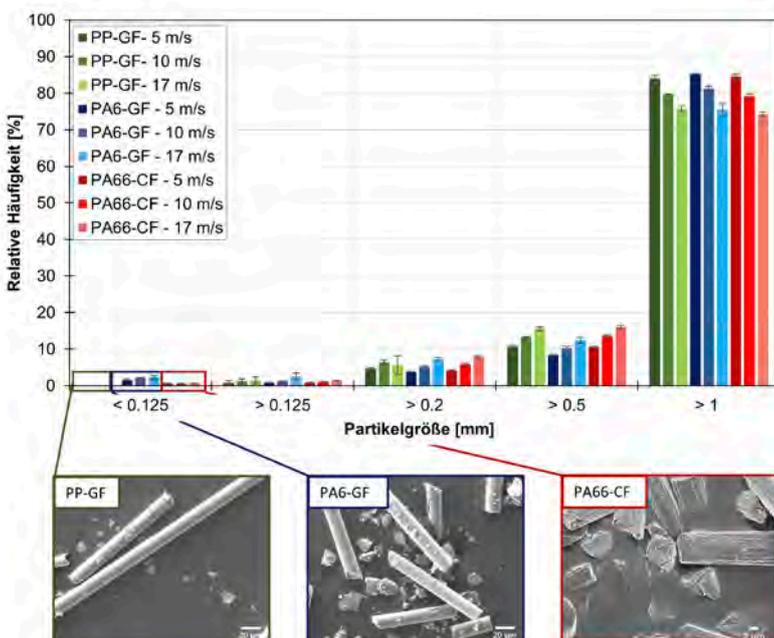
Es konnte gezeigt werden, dass bei einer Erhöhung der Rotordrehzahl der Anteil an kleinen Partikeln ($< 0,125 \text{ mm}$) sowie die Fasermasse im Feinstaub erhöht wird. Die relative Häufigkeit kurzer Fasern ($< 150 \mu\text{m}$) bleibt jedoch unverändert. Des Weiteren kann über die Auswahl der Siebmaschenweite die Entstehung feinsten, einatembaren Faserstäube maßgeblich beeinflusst werden.

Darüber hinaus zeigen die REM-Analysen alveolengängige Faserbruchstücke in jeder untersuchten Faserstaubprobe. Bei der Zerkleinerung der PC-CF Organobleche konnte zudem eine teils grenzwertüberschreitende Konzentration an alveolengängigem Staub gemessen werden, ebenso wie WHO-Fasern gezählt werden. Die toxikologischen Analysen zeigen jedoch keine erhöhte Zellmigration an. Es wird davon ausgegangen, dass die meisten Faserbruchstücke zu groß sind, um akute Toxizität hervorzurufen.



Wir danken der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) für die finanzielle Förderung des Forschungsvorhabens. Weiterhin bedanken wir uns beim IPA für die gute Zusammenarbeit.

Darstellung der Partikelgrößenverteilung und der Faserbruchstücke



i Universität Paderborn | Maschinenbau Kunststofftechnik Paderborn (KTP)
Dr.-Ing. Matthias Hopp, Oberingenieur
M. Sc. Lisa Tölle, Wiss. Mitarbeiterin
 +49 5251 60-3681
 @ lisa.toelle@ktp.uni-paderborn.de
 www.ktp.uni-paderborn.de

Harter Knochen

Mechanisches Recycling von in-situ pultrudierten PA6-Profilen

Thermoplastische Verbundwerkstoffe (TPC) gewinnen zunehmend an Bedeutung, da sie Vorteile wie eine einfache Funktionalisierung und ein unkompliziertes Recycling bieten. Die mechanischen Eigenschaften von Zugstäben aus rezyklierten Pultrudaten sind dabei nur minimal geringer als die von Neuware.

Eine vielversprechende Methode zur Herstellung thermoplastischer Profile ist das in-situ-Pultrusionsverfahren. Dabei wird das Monomer ϵ -Caprolactam zur thermoplastischen Matrix Polyamid 6 (PA6/Nylon) polymerisiert. Das kontinuierliche Verfahren hat das Potenzial, glas- oder kohlenstofffaserverstärkte Profile mit einem Faservolumengehalt von bis zu 73% herzustellen. Als Teil des ganzheitlichen Entwicklungsansatzes wurde am ICT auch die Rezyklierbarkeit der pultrudierten Profile untersucht.

Untersuchte Compounds

In der Studie wurde das mechanische Recycling von PA6-Profilen mit einem Glasfasergehalt von 65 vol.-% (= 81 Gew.-%) untersucht. Die Eigenschaften des Rezyklats wurden mit denen von PA6 GF30 Spritzguss Neumaterial (BASF Ultramid B3WG6) verglichen.

Die hergestellten Profile wurden mit einer Schneidmühle (SMS 45/60) der Firma Herbold Meckesheim GmbH zerkleinert, in verschiedenen Rezepturen extrudiert und dann spritzgegossen. Das Rezyklat wurde mit Neuware (BASF Ultramid B3K und B3WG6) gemischt.



Das Projekt wurde durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus in Baden-Württemberg (CaproPULL – Förderkennzeichen BW1_0025/01) gefördert.

Wir danken der Firma Herbold für das kostenlose Zerkleinern der Profile sowie BASF, Brüggemann und Johns Manville für die Bereitstellung der Versuchsmaterialien. Diese Veröffentlichung ist unserem verstorbenen Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner gewidmet.

Untersucht wurden verschiedene Anteile der Grob- und Staubfraktion, die durch die Zerkleinerung entstanden sind, sowie unterschiedliche Rezyklatgehalte (10%, 20%, 30%, 37% nach Gewicht). Der Gesamtfasergewichtsanteil wurde durch Zugabe von Neuware immer auf konstant 30 Gew.-% balanciert. 37% Rezyklat (FVG 65%) gemischt mit 63% unverstärktem B3K ergeben so ein PA6GF30, in dem alle Fasern ursprünglich aus dem Pultrusionsprofil stammen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass mit der reinen Grobfraktion (G) des rezyklierten Materials höhere Zugeigenschaften erzielt werden können als mit der Staubfraktion (S). Die Versuchsreihe mit ungetrenntem Rezyklat (Mischung aus Grob- und Staubfraktion (M)) liegt nur minimal unter den Eigenschaften der reinen Grobfraktion (G). Insgesamt ist daraus zu schließen, dass sowohl die Compounds aus dem Grobanteil, als auch die der Mischfraktion ca. 90% der Zugeigenschaften der Referenz-Neuware B3WG6 erreichen.

Ein zusätzlicher Trennungsschritt der Grob- und Staubfraktion ist somit nicht erforderlich. Die fehlenden 10% der Eigenschaften lassen sich auf den Faserdurchmesser der pultrudierten Profile zurückführen. Der mittlere Faserdurchmesser des B3WG6 beträgt 10,5 μm , wohingegen der Faserdurchmesser des Rezyklats 16,8 μm aufweist. Je geringer der Filamentdurchmesser, desto höher die Festigkeit der Fasern.

Fazit

Das mechanische Recycling von in-situ Pultrusionsprofilen konnte erfolgreich gezeigt werden. Dabei werden mit geeigneten Compounds nur 10% geringere Zugeigenschaften im Vergleich zur Neuware erreicht. Außerdem ist es nicht notwendig, die Parameter der Spritzgießmaschine für die Verarbeitung des Rezyklats zu ändern. ■



Kreislauf des mechanischen Recyclings von PA6-GF Pultrusionsprofilen

Cycle of mechanical recycling of PA6-GF pultrusion profiles

Tough bone

Mechanical recycling of in-situ pultruded PA6 profiles

Thermoplastic composites (TPC) are becoming increasingly important because they offer advantages such as simple functionalization and uncomplicated recycling. The mechanical properties of tension rods made from recycled pultruded profiles are only minimally lower than those of virgin material.

A promising method for producing thermoplastic profiles is the in-situ pultrusion process. In this process, the monomer ϵ -caprolactam is polymerized to form the thermoplastic matrix polyamide 6 (PA6/nylon).

The continuous process has the potential to produce glass- or carbon-fiber-reinforced profiles with a fiber volume content of up to 73%. As part of the holistic development approach, the recyclability of the pultruded profiles was also investigated at the ICT.

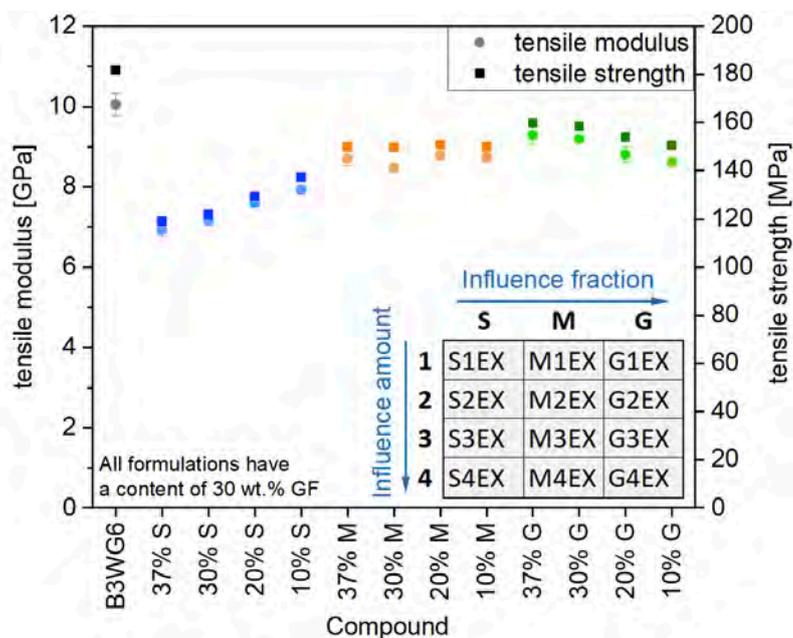
Investigated Compounds

In this study, the mechanical recycling of PA6 profiles with a glass fiber content of 65 vol.% (= 81wt.%) was investigated. The properties of the recyclate were compared with those of PA6 GF30 virgin injection molding material (BASF Ultramid B3WG6). The profiles produced were first shredded using a cutting mill (SMS 45/60) from Herbold Meckesheim GmbH and extruded and injection molded using different formulations.

The recycled material was mixed with virgin material (BASF Ultramid B3K and B3WG6). Different proportions of the coarse and dust fractions resulting from the shredding and different recyclate contents (10%, 20%, 30%, 37% by weight) were investigated. The total fiber weight fraction was always balanced at a constant 30% by weight by adding virgin material. 37% recyclate (FVC 65%) mixed with 63% unreinforced B3K thus results in a PA6GF30 in which all fibers originate from the pultrusion profile.

Results

The results show that higher tensile properties can be achieved with the pure coarse fraction (G) of the recycled material than with the dust fraction (S). The experimental series with unseparated recyclate (mixture of coarse and dust fraction (M)) is only minimally below the properties of the pure coarse fraction (G). Overall, it can be concluded that both the compounds



Ergebnisse der Zugversuche unterschiedlicher Rezyklat-Compounds

Tensile test results of different recycling compounds



The project was funded by the Ministry of Economics, Labor and Tourism in Baden-Württemberg (CaproPULL – grant number BWL_0025/01). We thank the Herbold company for shredding the profiles free of charge and BASF, Brüggemann and Johns Manville for providing the test materials. This publication is dedicated to our passed away institute director Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner.

from the coarse fraction and those from the mixed fraction achieve approx. 90% of the tensile properties of the reference virgin material B3WG6.

An additional separation step of the coarse and dust fractions is therefore not necessary. The missing 10% of the properties can be explained by the fiber diameter of the pultruded profiles. The average fiber diameter of the B3WG6 is 10.5 μ m, whereas the fiber diameter of the recyclate is 16.8 μ m. The smaller the filament diameter, the higher the strength of the fibers.

Conclusion

The mechanical recycling of in-situ pultrusion profiles was successfully demonstrated. In this process, only 10% lower tensile properties are achieved with suitable compounds compared to virgin material. Furthermore, it is not necessary to change the parameters of the injection molding machine for processing the recyclate.



Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Pfingztal

M.Sc. Michael Wilhelm

+49 721 46 40-746

michael.wilhelm@ict.fraunhofer.de

www.ict.fraunhofer.de

CU-Mitglieder (Stand Oktober 2022)



80 PARTNER



CU-Mitglieder im Heft | CU members in this issue

9T Labs AG	73	IPMT Institut für Produktionsmanagement und -technik, TU Hamburg	71
ASGLAFORM composites GmbH	72	ITM Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik, TU Dresden	60
Aumo GmbH	69	IVW Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH	30
AVK Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V.	56	KIT-wbk Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Produktionstechnik	48
CC Koch Carbon Consulting GmbH	43	KIT-FAST Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Fahrzeugsystemtechnik Karlsruhe Institute for Technology, Institute for vehicle system technology	64
CG TEC Carbon und Glasfasertechnik GmbH	44	Kompetenzzentrum Holz GmbH (Wook K plus)	57
CompPair Technologies SA	37	KTP Kunststofftechnik Paderborn, Uni. Paderborn	75
CTC Composite Technology Center GmbH (An Airbus Company)	28	KVB Institut für Konstruktion und Verbundbauweisen gGmbH	66
Conbility GmbH	70	LZS GmbH	63, 67
DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.	52	M&A DIETERLE GmbH Maschinen- und Apparatebau	74
FIBRE Faserinstitut Bremen e.V.	58	Neue Materialien Bayreuth GmbH (NMB)	35
FFT Produktionssysteme GmbH & Co. KG	68	Owens Corning AG	34
Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT	76	rothycon	42
Fraunhofer Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV	32	Sasit Lab LLC	36
GMA Werkstoffprüfung GmbH	61	Schöck AG	24
Hochschule Augsburg	62	STFI Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.	38, 50, 54
IFB Institut für Flugzeugbau, Universität Stuttgart Institute of Aircraft Design, Stuttgart University	40	Unternehmensnetzwerk texton e.V.	45
IFF Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb, Universität Stuttgart	33	Universität Augsburg	62
IfW Institut für Werkzeugmaschinen, Universität Stuttgart	46	VOITH Composites SE & Co. KG	47
ILK Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, TU Dresden	53		

CU reports 01/2023*

■ Energie & Ressourcen

Effizienz in Produktion und Anwendung

■ Energy & Resources

Efficiency in Production and Application

*Redaktionsschluss: 17. Februar 2023

*Editorial deadline: February 17th, 2023

Darüber hinaus können Sie uns als CU-Mitglied jederzeit Meldungen und Berichte aus Ihrem Unternehmen oder Ihrer Einrichtung zusenden. Wir veröffentlichen diese gern für Sie auf unserer Website www.composites-united.com.



IMPRESSUM

ISSN 2699-4534

Herausgeber | Published by:

Composites United e.V.
Oranienburger Str. 45 | 10117 Berlin
☎ +49 821 26 84 11-0
✉ @info@composites- united.com
🌐 www.composites- united.com

Verantwortlich für Herausgabe und Inhalt | Responsible for publication and content:

Composites United e.V. (CU)
Amtsgericht | Local Court Berlin
Vereinsregister |
Register of Associations No. 37676
Steuernr. | Tax No. 103 / 107 / 41111

Präsidiumssprecher | Speaker of Steering Committee:

Prof. Dr. Klaus Drechsler

Geschäftsführer | CEOs:

Dr. Gunnar Merz | @gunnar.
merz@composites- united.com
Tjark von Reden | @tjark.von.
reden@composites- united.com

Redaktion | Editorial staff:

Julia Konrad (verantwortlich |
in charge)
☎ +49 351 46 34 26 41 | @julia.
konrad@composites- united.com
Elisabeth Schnurrer | Redaktions-
büro Strobl + Adam | Augsburg
☎ +49 821 364 48
@cu-reports@t-online.de

Erscheinungsweise | Frequency of publication:

2 x jährlich | two times a year (2022)

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, wur-
den Grafiken und Bilder eines Bei-
trags 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:

Windpark für erneuerbare Energie
©Shutterstock, 364049327

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 acqui-
sition is included in the member-
ship fee of Composites United e.V.

Haftung | Disclaimer:

Der Inhalt dieses Heftes wurde
sorgfältig erarbeitet. Dennoch
übernehmen Autor*innen, He-
rausgeber und Redaktion keine
Haftung für die Richtigkeit der
Angaben, Hinweise und Rat-
schläge sowie für eventuelle
Druckfehler.

Die Verantwortung für namentlich
gezeichnete Beiträge trägt der*die
Verfasser*in.

Whilst every care is taken to pro-
vide 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. Nach-
druck oder anderweitige Verwen-
dung sind nur mit vorheriger Ge-
nehmigung des Herausgebers
gestattet.

All rights reserved. No part of this
publication may be reproduced or
transmitted without the prior con-
sent of Composites United e.V.

Verbreitete Auflage |

Total circulation:

2.000 Exemplare |
2.000 copies

Online:





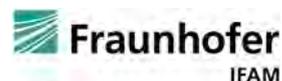
WEITERBILDUNG

Gemeinsam mit unseren Mitgliedern haben wir auch für 2023 ein umfassendes Angebot an Schulungen zusammengestellt – in Präsenz, online oder inhouse.

Die Seminare und Workshops richten sich an alle Mitarbeitenden aus den Bereichen Konstruktion, Simulation, Fertigung, Montage und Prüfung, ob sie nun bereits Erfahrung im Umgang mit Faserverbundbauteilen haben oder sich in diesem Bereich fit für die Zukunft machen wollen.

Wir freuen uns auf Ihre Anmeldung!

UNSERE PARTNER



Kontakt: Katharina Lechler

+49 821 26 84 11-05

katharina.lechler@composites-united.com

<https://composites-united.com/bildung/weiterbildungsprogramm/>



SCAN ME

LIGHT CON

13 - 14 JUNE 2023
HANNOVER | GERMANY

INTERNATIONAL
CONVENTION FOR
LIGHTWEIGHT SOLUTIONS

JOIN US!

Your Future with
Lightweight Design

WWW.LIGHTCON.INFO



Deutsche Messe



Founding
Partner