

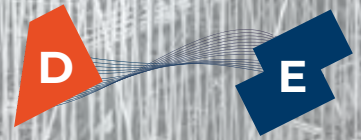
cu reports

cu
COMPOSITES
UNITED

#02 | 2021

Internationales Mitgliedermagazin
des Composites United

ISSN 2699-4534



FUTURE IS NOW

CU AKTIV

Netzwerk-News und Infos
für die CU-Mitglieder

6

BIONICS

Key Aspect 2021: Lightweight
design inspired by nature

21

COMPOSITES

CU-Mitglieder formen die
Leichtbau-Branche

31

EVEN THOUGH OUR MAIN COLOR IS ORANGE, WE CAN DO GREEN AS WELL.

COMPOSYST BUILDS ON HIGH QUALITY RECYCLING PRODUCTS

Our new line of **green** consumables now includes two **bleeder materials** made out of **100% post-consumer recycling fibers** (mainly from PET bottle flakes). Our **green** line of products is **still growing**, check out our website regularly!

We **protect the environment** while maintaining the same **high quality standards**.



LIMITLESS COMPETENCE FOR YOUR BUSINESS

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



AEROSPACE



VAP®



ELEVATOR
TECHNOLOGY



NAVAL
SYSTEMS



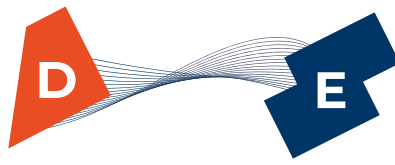
WIND
ENERGY



MEDICAL
TECHNOLOGY



DESIGN



Sehr geehrte Mitglieder,

mit dem vierten CU reports pünktlich zur Mitgliederversammlung 2021 steht erneut das spannende Thema ‚Bionik‘ im Fokus. Damit dokumentieren wir überzeugend die Innovationskraft unserer Mitglieder und die große Kompetenz unseres Netzwerkes.

Das Titelbild zeigt das Maison Fibre des Exzellenzclusters ‚Integrative Computational Design and Construction for Architecture‘ (IntCDC) der Universität Stuttgart. Die robotisch gewickelte bionische Glas- und Carbonfaser-Struktur ist im Vergleich zu konventionellen Bauweisen um bis zu 50-mal leichter und stellt so einen Entwurf für Gebäude von Morgen dar.

Wir können in jeder Hinsicht positiv in die Zukunft blicken. Sowohl die JEC World in Paris vom 8. – 10. März 2022 als auch die LightCon am 1. und 2. Juni 2022 sind fest eingeplante Präsenzveranstaltungen im kommenden Jahr.

Digitale Formate wie Videokonferenzen nehmen heute und künftig einen festen Platz in unserem Kommunikations- und Informations-Alltag ein. Dies wird auch an der ungebrochen großen Resonanz unserer regelmäßig stattfindenden Webseminare deutlich. Der „Webseminar Wednesday“ hat sich als CU-Service längst etabliert, die Beiträge werden Ihnen über unseren YouTube-Channel verfügbar gemacht. Danke für Ihr starkes Engagement und großes Interesse daran.

Das Technologietransfer-Programm Leichtbau des BMWi werden wir als Treiber weiterhin begleiten und durch maßgebliche Mitarbeit auf europäischer Ebene positionieren.

Für uns persönlich ist dies auch ein besonderes Vorwort, das letzte für den CU reports, denn wir werden beide nicht wieder für das Präsidium kandidieren.

Mit der Fertigstellung der Strategie, die Ihnen auf der Mitgliederversammlung vorgestellt wird, betrachten wir die Fusion der beiden ehemaligen Vereine CFK Valley e.V. und Carbon Composites e.V. als abgeschlossen. Wir sind zudem auf einem guten Weg, die Pandemie zu überwinden und geben die Geschicke des Vereins mit einem sehr guten Gefühl nun in die Hände unserer Nachfolger.

Wir bedanken uns für das Vertrauen, dass Sie uns über die vielen Jahre entgegengebracht haben, wünschen dem neuen Präsidium viel Erfolg, Ihnen viel Spaß beim Lesen und alles Gute für die Zukunft!

Ihre CU-Präsidiumssprecher

Prof. Dr. Dieter Meiners



Dear members,

with the fourth CU reports just in time for the general meeting 2021, the focus is once again on the exciting topic of ‚bionics‘. With this, we convincingly document the innovative strength of our members and the great competence of our network.

The cover photo shows the Maison Fibre of the ‚Integrative Computational Design and Construction for Architecture‘ (IntCDC) cluster of excellence at the University of Stuttgart. The robotically wound bionic glass and carbon fiber structure is up to 50 times lighter than conventionally constructed structures, representing a design for buildings of tomorrow.

We can look positively into the future in every respect. Both JEC World in Paris on March 8 – 10, 2022, and LightCon on June 1 and 2, 2022, are firmly scheduled as presence events in the coming year.

Digital formats such as videoconferencing have and will continue to become an integral part of our everyday communication and information.

This is also evident in the unbroken great response to our regular web seminars. The „Webseminar Wednesday“ has long been established as a CU service, the presentations are made available to you via our YouTube channel. Thank you for your high level of commitment and great interest.

We will continue to support the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy’s lightweight design technology transfer programme as a driver and position it at the european level by playing a key role.

For us personally, this is also a special foreword, the last one for this magazine, because neither of us will be running for the presidium again.

With the completion of the strategy, which will be presented to you at the general meeting, we consider the merger of the two former associations CFK Valley e.V. and Carbon Composites e.V. to be complete. We are also well on the way to overcoming the pandemic and now hand over the fate of the association into the hands of our successors with a very good feeling.

We would like to thank you for the trust you have placed in us over the many years, wish the new presidium every success, you enjoy reading and all the best for the future!

Your CU presidium
spokespersons

Prof. Dr. Hubert Jäger



4 INHALT



- 3 Vorwort | Editorial
- 6 CU Gemeinschaftsstand auf der JEC Paris 2022
- 7 **NETZWERK | NETWORK**
- CU aktiv | CU active
- 8 Fünf Säulen des Erfolgs – Vorteile für CU-Mitglieder
- 9 Five Pillars of Success – Benefits for CU members
- 10 Kreis statt Kette – CU Innovation Day | Europa-abgeordneter David McAllister besucht CU
- 11 Spaghetti mit Schokolade – MINT-Nachwuchsförderung | Spaghetti with chocolate – Promoting young STEM talents
- 12 Alles neu auf dem Bau – 5 neue AGs des CU Bau | Werkstoffplattform HyMat
- 13 Weiterbildung als Möglichmacher – Neues Bildungs- und Personalnetzwerk SIAT | Education as enabler – Educational and personnel network SIAT
- 14 Ins Gespräch kommen – Neues CU-Veranstaltungsformat | Es geht um die Wurst – CU-Sommergrillen
- 15 Zukunft bauen – Abschlussforum „FiberBuild“
- Personalien | Personal Data
- 16 In Bewegung – CU-Personalien | Masterplan Industriestadt Berlin
- 17 Wechsel in der Führungsspitze – Neuer Hauptgeschäftsführer beim CU | Change in top management – New Chief Executive Officer at CU
- Interview
- 18 Pulp Fiction mit Carbon – Elektrisch leitendes Papier | Interview mit Walter Reichel + Peter Helfer
- CU informiert
- 20 Termine | Dates 2021/22 | Klimaneutral bauen – Weiterbildungsangebot des CU Bau
- 21 **FOKUS | FOCUS**
- Bionik | Bionics
- 22 Biologische Transformation – Radikale Nachhaltigkeit für die industrielle Produktion
- 24 Kaktus-Struktur schützt – Bioinspirierter livMatS Pavillon in Freiburg
- 26 Biologie und Robotik am Bau – Biologisch inspirierte lastangepasste 3D-Textilbewehrungsstrukturen
- 27 Biology and robotics in construction – Bio-inspired load-adapted 3D textile reinforcement structures
- 28 Nur mit Öl und Säure – Von der Zitronensäure zu biobasierten Hochleistungs-Composites
- 29 Only with acid and oil – From citric acid to bio-based high-performance composites
- 30 Einfach zugreifen – Intelligentes und flexibles maschinelles Such- und Greifersystem nach der Natur
- 31 **MITGLIEDER | MEMBERS**
- Additive Fertigung
- 32 Gib mir den Zusammenhang – Ontologien zu komplexen Abhängigkeiten in der additiven Fertigung
- BAU | Construction
- 33 Halt, da ist ein Spalt – Innovative Fugenprofile in Carbonfaser-Verbundbauweise
- 34 Standards für Carbonbeton – Vielseitige Carbonbewehrungen für Sanierung und Neubau
- Bildung
- 35 Fachkräfte für morgen – Duales Mechatronik-Studium mit Schwerpunkt Faserverbund
- 36 Mehr Ingenieure im Norden – Internationalisierung der Masterstudiengänge wird weiter ausgebaut
- 37 More engineers in the north – Further enhancing the internationalisation of Master's degree courses
- Keramik | Ceramics
- 38 Höchste Materialeffizienz – Mit 3D-Webtechnik zu verschnittfrei gefertigten Keramikfaser-Preformen

18





Forschung + Entwicklung | Research + Development

- 40 **In der Klemme** – Effiziente Prüfung imprägnierter Rovings ohne Klemmbrüche
- 41 **Clamped taut** – Efficient testing of impregnated rovings without tab fracture
- 42 **Abperlen lassen** – Adhäsionsminderung in der Kunststoffverarbeitung durch lasergenerierte Mikrostrukturierung
- 43 **Let it roll-off** – Adhesion reduction in plastics processing by laser-generated microstructuring
- 44 **Lightweight Sandwich** – MAI ACoSaLUS für automatisiertes Composite Sandwich Lay-Up System
- 45 **Sandwichdefekte vorhersagen** – Entwicklung einer Herstellprozesssimulation für Sandwichstrukturen

Material | Materials

- 46 **Multifunktionale CFK** – CFK mit Zusatzfunktionen durch elektrische Leitfähigkeit der Carbonfaser
- 47 **Multi-functional CFRP** – CFRP with additional functions by the electrical conductivity of Carbon fiber
- 48 **Composites-Markt in Europa** – Marktentwicklung und Trends in einem herausfordernden Umfeld
- 49 **Biobasierte Matrixharze** – Hoher Bio-Anteil in neuem Polyesterharzsystem für LRI, Pultrusion und SMC

Produktion | Production

- 51 **Optimierte Herstellung** – Harzinfusion mit funktionsintegrierten Silikon-Vakuumbauben
- 52 **Maschinenkonzepte für Mobilität** – Wasserstoffbehälter im Filament Winding-Verfahren für die Mobilität der Zukunft
- 53 **Machine concepts for mobility** – Hydrogen tanks by filament winding process for the mobility of the future
- 54 **Kollege Roboter** – Roboter revolutionieren das Filament-Winding-Verfahren
- 55 **Robot workmate** – Robots revolution in the Filament Winding Process
- 56 **Druck im Blick** – Faseroptische Sensorsysteme zum Structural Health Monitoring von Typ-IV-Wasserstoff-Druckbehältern

61



- 57 **Intelligent Pressure Vessel** – Fiber-optic sensor systems in Type-IV hydrogen tanks for structural health monitoring
- 58 **New 3D-Manufacturing platform** – Producing affordable composite parts quickly in large volumes

Recycling

- 60 **Zu gut für die Tonne** – Wiederverwendung von CFK-Bauteilen statt werkstofflichem Recycling

Sport | Sports

- 61 **Leichter aufs Treppchen** – Top-Plätze im Spitzensport auch durch Hochleistungswerkstoff Carbon

- 63 Logos CU-Mitglieder | CU members' logos
- 66 CU-Mitglieder im Heft | CU members in this issue
- 66 Vorschau | Preview
- 67 Impressum | Imprint

60



JEC 2022

CU-Gemeinschaftsstand | CU Joint booth




Vom 8. bis 10. März 2022 findet die Messe JEC World wieder, wie vor Corona üblich, live in Paris statt. Ebenfalls wieder live dabei ist der Composites United e.V (CU) mit einem eigenen Messestand.

Seinen Mitgliedern bietet der CU die Chance, sich am CU-Gemeinschaftsstand zu beteiligen. MAI Carbon-Mitglieder aus Bayern profitieren dabei sogar von einer Förderung des Freistaats Bayern, solange noch Stände frei sind.

Nutzen Sie die Möglichkeit, nach zwei Jahren wieder auf der wichtigsten Messe für Composites präsent zu sein, sich zu zeigen und Kontakte zu knüpfen.

Wenn Sie Ihr Unternehmen und Ihre Kompetenzen auf der JEC World 2022 präsentieren möchten, wenden Sie sich an Stefan Steinacker. ■

-  Composites United (CU)
- Stefan Steinacker**
- ☎ +49 160 97 39 42 30
- @ stefan.steinacker@composites-
united.com
- 🌐 www.composites-united.com



NETWORK

Fünf Säulen des Erfolgs

Der Composites United e.V. (CU) ist ein starker Verbund, eine einflussreiche Stimme des Leichtbaus, die regional, national und international gehört wird. Mehr als 400 Mitglieder weltweit machen den CU zu einem einzigartigen, umfassenden Faserverbund-Netzwerk, das in Werkhallen, Akademien und Parlamenten bekannt ist und wertgeschätzt wird. Warum ist das so? Was bietet der CU seinen Mitgliedern? Wie profitieren KMU und Global Player, Forschungsinstitute und Praktiker vom CU? Welcher der CU-Vorteile überzeugt Sie am meisten?

1 NETZWERK

- Knüpfen von B2B-Kontakten
- Stärken der Marktposition
- Sichern von Informationsvorsprung durch Expertenaustausch
- Nutzen von nationalen und internationalen CU-Veranstaltungen auch als Vertriebs-Plattform
- Starke gemeinsame Interessensvertretung

» Dank der Unterstützung und Erfahrung des CU lernten wir schon als Neumitglied potenzielle Kunden kennen und diskutierten mit ihnen über Fachansätze.«

**Dr. Amaël Cohades,
CompPair Technologies Ltd.**

2 KOMMUNIKATION

- Mitgliederorientiertes Marketing
- Wirksam präsentierte Themen, Produkte, Dienstleistungen print und online
- Erhöhte Sichtbarkeit
- Gesteigerte zielgruppenspezifische Reichweite
- Außenwahrnehmung der Branche „aus einem Guss“



4 WISSEN

- Bevorzugter Zugang zu Bildung, Branchenberichten, Marktinformationen
- Aufbau von Kompetenzen
- Erzielen von wertvollem Wissensvorsprung
- Sparen von Zeit und Kosten beim Fachkräfte-Recruiting
- Stützen strategischer Unternehmensentscheidungen

» Unser Vortrag beim Webseminar Wednesday des CU hat uns internationale Sichtbarkeit gebracht und viele neue Kontakte ermöglicht.«

Dr. Leif-Ole Meyer, EMEAI Olin Epoxy

3 TECHNOLOGIE

- Initiieren und Koordinieren von Projekten
- Projekt-Partner-Vermittlung
- Erschließen neuer Wissens- und Technologiefelder, auch branchenübergreifend
- Identifizieren von Themen mit großem Marktpotenzial
- Beschleunigen von Technologietransfers bei weniger Bürokratieaufwand



5 INTERNATIONALISIERUNG

- Internationale Partnerschaften und Kooperationen
- Gezielte Partnersuche
- Passgenaue Projekt-Akquise
- Vereinfachter Zugang zu neuen Märkten
- Unterstützung bei sprachlichen, kulturellen und rechtlichen Herausforderungen



Five pillars of success

Composites United e.V. (CU) is a strong association, an influential voice of lightweight construction that is heard regionally, nationally and internationally. More than 400 members worldwide make CU the unique, comprehensive fibre composite network that is known and appreciated in factory halls, academies and parliaments alike. How comes? What has CU to offer? How do SME and global players, research institutes and scientific institutions benefit from CU? Which advantage of being a CU member convinces you most?

1

NETWORK

- Establishing B2B contacts
- Strengthening market position
- Securing an information advantage through expert exchange
- Use of national and international CU events also as a sales platform
- Strong joint representation of interests



3

TECHNOLOGY

- Initiation + coordination of projects
- Project partner mediation
- Opening up new fields of knowledge and technology, also across industries
- Identifying topics with great market potential
- Accelerating technology transfers with less bureaucracy

» Via CU channels our competences in thermoprocessing convinced and won customers.«

Dr. Robert Eder,
IBT.InfraBioTech GmbH

2

COMMUNICATION

- Member-oriented marketing
- Presents topics, products, services in print and online
- Increases visibility
- Increases target group specific reach
- Shapes the external perception of the sector

» In the CU newsletter we presented our new web toolbox calcbond and gained important new contacts within a short time.«

Axel Reinsch,
ar engineers GmbH

4

KNOWLEDGE

- Preferential access to education, industry reports, market information
- Building competencies
- Achieving valuable knowledge advantage
- Saving time and costs in recruiting professionals
- Securing and supporting strategic business decisions



5

INTERNATIONALISATION

- International partnerships and cooperation
- Targeted partner search
- Project acquisition with a perfect fit
- Simplified access to new markets
- Support with linguistic, cultural and legal challenges

» During a CU organised business trip we established valuable contacts with a Swedish university, enabling the joint processing of research projects.«

Prof. Dr. Gion Andrea Barandun, IWK-OST

Kreis statt Kette

CU Innovation Day zu Gas, Wasser, Abwasser in Kommunen

Mehr als 30 Teilnehmende aus Industrie und Forschung trafen sich am 15. September 2021 beim CU Innovation Day „Nachhaltige Faserverbund-Potenziale in der kommunalen Gas-, Wasser- und Abwasserwirtschaft“, organisiert von den Clustern CU Ost und CU Bau in Kooperation mit dem KuVBB – Kunststoffverbund Berlin/Brandenburg. Gastgeberin war die Schönborner Armaturen GmbH in Doberlug-Kirchhain.

Die kommunale Wasser- und Abwasserwirtschaft scheint im Vergleich zu Branchen wie Luftfahrt und Automobilindustrie zunächst wenig attraktiv. Sie birgt aber großes Anwendungs- und Innovationspotenzial für Faserverbundwerkstoffe, insbesondere hinsichtlich erneuerbarer Ressourcen.

Aufgaben weisen den Weg

Das betonten auch die Referenten. Ihre Themen reichten von den Herausforderungen beim Fertigen von Faserverbund-Kupplungselementen oder -Rohrleitungen bis zum Einsatz von naturfaserverstärkten Kunststoffen.

Thomas Ebert, geschäftsführender Gesellschafter bei Schönborner, sprach ein grundlegendes Problem an: „Es fehlt ein funktionierendes Recyclingsystem, das die thermische Verwertung von faserverstärkten Kunststoffen am Ende ihres Lebenszyklus ausschließt.“ Sein Anliegen: „Nachhaltige Materialien mit einem minimierten Erdölän-



Thomas Ebert, Schönborner Armaturen GmbH, begrüßt die Gäste

teil einzusetzen, die einem Kreislauf der Wieder- und Weiterverarbeitung zugeführt werden können. Den bewussten Einsatz von nachhaltigen Produkten in der Gas-, Wasser- und Abwasserwirtschaft wollen wir fördern und die kommunalen Netzbetreiber auf ihrem Weg zum Erreichen der Umwelt- und Klimaziele unterstützen.“ ■

i Composites United (CU)
Dr. Thomas Heber
Geschäftsführer CU Ost,
Leiter CU-AG Multi-Material-Design
☎ +49 172 99 82 183
@ thomas.heber@composites-united.com
🌐 www.composites-united.com

Politiker im Forschungszentrum

Europaabgeordneter David McAllister besucht CU

Gemeinsam mit dem Europaabgeordneten David McAllister statteten Oliver Grundmann, MdB, und die niedersächsischen Landtagsabgeordneten Kai Seefried und Helmut Dammann-Tamke im August dem Composites United (CU) in Stade einen Besuch ab. Ebenfalls auf dem Delegations-Programm stand das benachbarte Forschungszentrum CFK Nord.

McAllister kennt Standort und Akteure, 2010 hatte er als Ministerpräsident des Landes Niedersachsen das Forschungszentrum eröffnet. Beim aktuellen Besuch konnte er sich davon überzeugen, dass die Europäische Förderung Früchte getragen hat. „Das war gut investiertes europäisches Geld“, bekräftigte McAllister seine Unterstützung für den Technologiestandort Stade und sprach von weiteren Möglichkeiten, EFRE-Mittel zu nutzen.

Dr. Gunnar Merz, Hauptgeschäftsführer des CU, nutzte die Gelegenheit, die Europa-Strategie des Composites United vorzustellen und betonte das besondere Potenzial des multimaterialen Leichtbaus als Beitrag zum Green Deal der EU. CU-Bildungsreferentin Katharina Lechler unterstrich ihrerseits die enorme Bedeutung von Aus- und Weiterbildung als Grundvoraussetzung für den Einsatz neuer Werkstoffe. Abschließend stellte, stellvertretend für die vor Ort



David McAllister (li. vorne) im Gespräch mit Dr. Dirk Niermann vom Fraunhofer IFAM in der Forschungshalle des CFK Nord

ansässigen Unternehmen und Institutionen, Marc Fette, CEO der Composite Technology Center – CTC GmbH, die aktuellen Entwicklungen im Flugzeugbau vor. ■

Spaghetti mit Schokolade

MINT-Nachwuchsförderung beim CU Nord

MINT steht für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik. Es ist wichtig, Interessen und Fähigkeiten von Kindern und Jugendlichen in diesen Disziplinen zu fördern, damit sie später an der modernen Welt mit Digitalisierung, Nachhaltigkeit, Globalisierung und Innovation teilhaben und sie mitgestalten können.

Darauf zielt das vom BMBF geförderte Cluster „JuMaMi – Jugend macht MI(N)T!“, das der CU Nord in seiner Region gemeinsam mit dem CU-Mitglied hochschule 21 und dem Landkreis Stade ins Leben gerufen hat. Die Cluster-Initiative initiiert und organisiert in Kooperation mit lokalen außerschulischen Einrichtungen betreute MINT-Bildungsangebote vor Ort.

Multiplikator*innen zu Gast

Ausgebucht war der Workshop, in dem am 5. Juli 2021 20 Jugendpfleger*innen aus dem Landkreis Stade in der Solarhalle des Forschungszentrum CFK Nord lernten, einfache MINT-Experimente selbst durchzuführen. Das freut Katharina Lechler, JuMaMi-Projektkoordinatorin des CU: „Für unsere Mitgliedsunternehmen sind Fachnachwuchskräfte ein entscheidender Erfolgsfaktor“, so Lechler und schlägt den Bogen zur Bildungsarbeit des CU. „Mit unseren Angeboten führen wir die Jugend spielerisch an MINT-Themen heran, wecken und fördern nachhaltig Begeisterung für Technik und Naturwissenschaften.“

Anschaulich lernt am besten

Ein Workshop-Highlight war der Versuch mit Spaghetti und Schokolade zum Funktionsprinzip der Faserverbundtechnologie: In eine von zwei Kastenformen mit warmer, flüssiger Schokolade kommen zusätzlich ungekochte Spaghetti. Nach dem Abkühlen konnten die Workshop-Gäste die blanke Schokolade wesentlich einfacher brechen als die mit „Nudelverstärkung“.

Die Jugendpfleger*innen waren begeistert vom Workshop und danach bestens vorbereitet, um schon in den Sommerferienprogrammen MINT-Experimente mit den Kindern in ihrer Einrichtung zu starten. ■

*Jugendpfleger*innen beim MINT-Experimentier-Workshop*

Youth workers at the STEM experimentation workshop



Einfaches, aber spannendes Spaghetti-Schokoladen-Experiment

Simple, yet exciting spaghetti and chocolate experiment

Spaghetti with chocolate

CU North promotes young STEM talents

STEM stands for Science, Technology, Engineering and Mathematics. Promoting the interests and skills of children and young people in these disciplines is necessary for them to understand, participate in and help to shape the modern world with aspects such as digitalisation, sustainability, globalisation and innovation.

This is the aim of the cluster "JuMaMi – Jugend macht MI(N)T!" | "Youth doing STEM", funded by the German Federal Ministry of Education and Research, BMBF. CU North has launched the cluster initiative in its region together with CU member hochschule 21 and the district of Stade. They initiate and organise supervised STEM education programmes on site in cooperation with local extracurricular institutions, such as youth clubs or centres.

Multipliers as guests

One recent example is the workshop on 5 July 2021. 20 youth workers from the Stade district met at the solar hall of the CFK Nord research centre to learn how to conduct simple STEM experiments. "For our member companies, young professionals are a decisive factor for success", says Katharina Lechler, JuMaMi project coordinator of the CU, and connects this to CU's educational work. "With our offers, we introduce young people to STEM topics in a playful way, thus arousing and promoting enthusiasm for technology and natural sciences."

Learning by doing is best

One workshop-highlight was the experiment with spaghetti and chocolate, illustration the functional principle of fibre composite technology. In one of two box moulds filled with warm, liquid chocolate some uncooked spaghetti were added. After cooling, the participants were able to break the plain chocolate much more easily than the one with the "noodle reinforcement".

The youth workers were enthusiastic about the workshop and, after successfully completing it, felt well prepared to start STEM experiments with the kids in their institutions during the following summer holiday programmes. ■



i Composites United (CU)
Katharina Lechler
 +49 821 26 84 11-05
 katharina.lechler@composites-
 united.com
 www.composites-united.com

Alles neu auf dem Bau

Fachnetzwerk CU Bau initiiert fünf neue Arbeitsgruppen

Im Bauwesen werden faserverstärkte Kunststoffe schon seit ca. 60 Jahren erfolgreich eingesetzt. Gestalterisch, konstruktiv und im Verbrauch bieten sie viele Vorteile. Doch bisher haben aber vor allem Zulassungshürden und fehlendes Wissen einen flächendeckenden Einsatz von Faserverbunden im Bau erschwert.

Abhilfe sollen fünf neue technische Arbeitsgruppen (AG) des CU Bau schaffen. Mit ihnen wollen CU-Mitglieder und Netzwerkpartner gemeinsam den multi-materialen Leichtbau als essenziellen Baustein für eine nachhaltige Baubranche etablieren.

Virtuelles Kick-off

CU Bau-Netzwerkgeschäftsführer Roy Thyroff stellte die neue Arbeitsstruktur am 08. Juli 2021 bei einer virtuellen Kick-off-Veranstaltung vor.

Zunächst sprachen Werner Lohscheider (Leiter des Referats IVB4 Bauwirtschaft, Leichtbau, Neue Werkstoffe, Ressourceneffizienz / BMWi) und Dr. Frank Schladitz (Geschäftsführer C³ – Carbon Concrete Composite e. V.) über die Leichtbaustrategie des Bundes sowie über Vorteile und Potenziale von carbonbewehrtem Beton. Im Weiteren stellten die fünf neuen AG-Leiter*innen den rund 40 Gästen ihre geplanten Arbeitsschwerpunkte vor. ■



i Composites United | CU Bau
Roy Thyroff, Geschäftsführer CU Bau
 +49 9282 98 45 65-0
 roy.thyroff@composites-united.com
 www.composites-united.com

Werkstoffplattform HyMat

Branchen- und werkstoffunabhängige Materialforschung

Manche Materialeigenschaft für moderne Anwendungen kann mit klassischen Werkstoffen allein nicht erfüllt werden. Aus diesem Grund fördert der Bund werkstoffbasierte Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsprojekte im Feld „Hybride Materialien“, zusammengefasst in der Werkstoffplattform HyMat.

Mit mehr als 33 Mio. € fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) über HyMat die Materialentwicklung in Deutschland. Unter den bislang ausgewählten 25 HyMat-Projekten sind klassische FKW und experimentelle Silizium-Keramik-Hybridsubstrate ebenso vertreten wie mehrere Branchen von Automotive bis Medizintechnik.



Parallel treibt HyMat PLUS die Vernetzung und den Informationsaustausch zwischen den Projekten voran, um über Branchen und Materialkombinationen hinweg neue Ideen und Kooperationen anzustoßen. Dazu finden beispielsweise jährliche Statusseminare mit Projektvorstellungen und Workshops statt. Den Zuschlag zur Durchführung des Begleitvorhabens HyMat PLUS erhielt der CU. ■

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

Weiterbildung als Möglichmacher

Startschuss für neues Bildungs- und Personalnetzwerk

In den kommenden drei Jahren soll sich ein Unternehmens-Verbund zu unterschiedlichen bildungsspezifischen Bereichen etablieren. Das ist Aufgabe des Projekts MAI TrainET.

Ende Juli 2021 erhielt CU-Spitzencluster MAI Carbon mit den Projektpartnern Steinbeis Augsburg Business School und The Knowledge Company den Förderbescheid zur Entwicklung eines neuartigen Weiterbildungsverband. Denn insbesondere im produzierenden Gewerbe werfen kommende Herausforderungen ihre Schattenseiten in Form von Transformationsprozessen voraus. Zielorientierte Maßnahmen der Personal- und Organisationsentwicklung spielen eine wichtige Rolle, sind aber vor allem für KMU oft nur schwer adäquat umzusetzen.

Gemeinsam stark

Hier hilft die Initiative SIAT, Shared Innovation and Training, in der sich Organisations- und PersonalentwicklerInnen aus unterschiedlichen Bereichen niederschwellig vernetzen können. Die Unternehmen können mit SIAT Skaleneffekten erzielen und mit dem Shared Service Ansatz erhebliche Kosten in der Personalentwicklung sparen. Mitglieder erhalten mit SIAT Zugriff auf eine digitale Weiterbildungs- und Lernplattform, gewissermaßen also einen virtuellen PE-Manager. ■



Zentrales Ziel von SIAT ist eine höhere Weiterbildungsbe- teiligung und eine bessere Personal- entwicklung in Unternehmen.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Arbeit und Soziales

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Further education as enabler

Starting signal for a new education and personnel network

A network of companies is to be established over the next three years in various education-specific areas. This is the task of the development project SIAT, Shared Information and Training.

At the end of July 2021, CU's leading edge cluster MAI Carbon, together with project partners Steinbeis Augsburg Business School and The Knowledge Company, received the funding notification for the development of SIAT, a new type of continuing education network. For in the manufacturing industry in particular, coming challenges demand transformation processes. Goal-oriented measures for personnel and organizational development play an important role in each case, but are often difficult to implement adequately, especially for SME.

Strong together

This is where the 'Shared Innovation and Training' initiative SIAT helps, where personnel and organizational developers from different areas can network in a low-threshold manner. Companies can reach economies of scale with SIAT and save considerable costs in HR development with the shared service approach. With SIAT, members receive access to a digital further education and learning platform, in a sense a virtual PE manager. ■



SIAT's central goal is to increase participation in further education and improve personnel development in companies.



CU | MAI Carbon

Phillip Scherer

+49 821 26 84 11-12

phillip.scherer@composites-united.com

www.siat-netzwerk.de

Das Projektteam von SIAT

The SIAT project team

Ins Gespräch kommen

Neues CU-Veranstaltungsformat verbindet Faserverbund- und Anwenderbranchen



In vielen Anwenderbranchen spielen Verbundwerkstoffe eine wachsende Rolle. Der CU möchte den Austausch der unterschiedlichen Akteure anstoßen und intensivieren. Dafür haben die regionalen Cluster CU Ost und CU West die Veranstaltungsreihe „Verbundwerkstoff trifft Anwenderbranche“ ins Leben gerufen.

Das Format lebt von einer Paneldiskussion. Etwa eine Stunde lang tauschen sich dabei Vertreter der Faserverbundindustrie mit Akteuren aus Anwenderbranchen zu einem aktuellen Thema aus und entwickeln neue Ideen. Gern kann das Publikum Erfahrungen und Fachfragen einbringen.

Gleich die erste virtuelle Diskussion, „Verbundwerkstoff trifft Metallindustrie“ am 08. Juni 2021, war mit rund 60 Gästen ein voller Erfolg. Ebenfalls sehr gut besucht war die Folgeveranstaltung „Verbundwerkstoff trifft Maschinenbau – Maschinen besser machen mit Composites?“ am 04. Oktober 2021. Das neue Format kommt an, weitere Einladungen sollen folgen. ■



Moderator Dr. Heinz Kolz und die Experten der ersten Paneldiskussion Prof. Dr. Joachim Hausmann, Dr. Thomas Heber, Dr. Jens Werner und Dr. Ralf Polzin (v.o.l.n.u.r.)

 Composites United (CU)
 www.composites-united.com

Dr. Thomas Heber, Geschäftsführer CU Ost
 ☎ +49 351 44 69 60-74
 @ thomas.heber@composites-united.com
Dr. Heinz Kolz, Geschäftsführer CU West
 ☎ +49 175 21 41 051
 @ heinz.kolz@composites-united.com

Es geht um die Wurst

CU-Sommergrillen fand 2021 wieder live statt



Gute Gespräche beim Sommergrillen 2021

Prof. Jens Ridzewski, IMA Dresden GmbH und Vorstandsvorsitzender CU Ost und CU Bau (re.), mit Dr. Steffen Kress, COTESA GmbH und Vorstand CU Ost, beim Sommergrillen 2021

Das traditionelle Sommergrillen fand am 21. Juli 2021 im Waldbadhaus Weixdorf bei Dresden statt – die erste Präsenzveranstaltung vom CU Ost und CU Bau seit langer Zeit.

Letztes Jahr musste das beliebte Event, wie viele andere, coronabedingt leider ausfallen. Umso mehr freuten sich die Vertreter der zwei ausrichtenden Cluster, die geladenen CU-Mitglieder endlich wieder persönlich begrüßen zu können. Beim zwanglosen Get-together gab es wie immer viel Gesprächsstoff, dank der beiden Grillmeister Prof. Jens Ridzewski und Dr. Bastian Brenken reichlich Leckeres zu essen und dieses Jahr zum Glück auch keinen Regenschauer. ■



Interaktive CFK-Wabenbrücke in Chemnitz

© TU Chemnitz, LBW

Zukunft bauen

FiberBuild Abschlussforum 13. und 14. Januar 2022

Im BMBF-Innovationsforum „FiberBuild – Faserverbundindustrie erschließt Bauwesen“ können sich seit Anfang 2021 KMU der Faserverbundindustrie direkt mit Akteuren der Baubranche vernetzen. Für Analyse und Zukunftsplanung laden die Netzwerke CU Bau und CU Ost am 13. und 14. Januar 2022 zum Abschlussforum ein.

Auf der Online-Plattform erleben Sie eine interaktive Messe und lebendiges Networking. Sie bewegen sich mit Ihrem Avatar frei in einer browserbasierten 3D-Welt, interagieren mit anderen Gästen, nehmen an Vorträgen teil und besuchen virtuelle Messestände.

Kommunikation und Bau-Potenziale

Auch auf dem Abschlussforum treibt das Fachnetzwerk CU Bau das Thema voran. Expertenstudien sowie Vorträge aus Wissenschaft und Industrie geben einen Markt- und Brancheneinblick, zudem präsentieren sich zahlreiche Unternehmen in der virtuellen Messehalle. Das Get-together rundet Tag 1 ab.

Was wird notwendig sein, um die Bauindustrie von dem neuen Hightech-Werkstoff zu überzeugen? Welche Volumina wird die Baubranche bringen, wenn Faserverbundwerkstoffe angekommen sind? Sind die Rohstoffe hierfür perspektivisch verfügbar? Am Tag 2 beantworten Referent*innen aus Wissenschaft, Industrie und den Zulassungsbehörden Ihre Fragen.

Gleich heute anmelden

Melden Sie sich jetzt kostenfrei an. Alle Mitglieder des CU Bau und die Referent*innen sind zudem eingeladen, mit einem kostenfreien, virtuellen 3D-Messestand an der Begleitausstellung teilzunehmen. ■

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Composites United | CU Bau
Kerstin Schön

+49 175 214 11 94

@ kerstin.schoen@

composites-united.com

www.composites-uni-

ted.com

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



CCOR.COM

by Schäfer MWN GmbH
Renningen (Germany)



Verena Dräger

Voll Energie

Mit Technik, Zukunft und Kommunikation kennt sich Verena Dräger aus. Ihren Master of Science machte die 27-Jährige an der TU München, danach unterstützte sie ein Projektierungsunternehmen für Erneuerbare Energien mit Schwerpunkt Elektromobilität, Photovoltaik- und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen.

Seit dem 01. August 2021 ist sie bei MAI Carbon in Marketing & Kommunikation für Neue Medien, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit zuständig. ■



Martin Kretschmann

Der Neue in Berlin

Seit 01. September verstärkt Martin Kretschmann als neuer Projektmanager die CU-Hauptbeschäftsstelle in Berlin. Schwerpunktmäßig verantwortet der Dipl.-Ing. für Leichtbau und Kunststofftechnik hier die Bereiche Bildung und Netzwerk, namentlich die Initiative „Leichtbau-Weiterbildung“ des Masterplans Industriestadt (MPI) Berlin (s. Kasten).

Dafür bringt Kretschmann mit breiter Erfahrung aus Industrie und Forschung, davon mehrere Jahr in Polen, ideale Voraussetzungen mit. Zudem ist er für CU-Kontakte östlich der Oder zuständig und unterstützt künftig CU-Mitglieder bei Skizzieren, Einreichen, Koordination und Administration von IGF-Förderprojekten. Dazu wünscht der CU viel Erfolg! ■



Stefan Steinacker

Schwabe vorn

Bislang kannten CU-Mitglieder Stefan Steinacker als „ihren“ Veranstaltungs-, Kongress- und Messemanager. Mit 01. Oktober 2021 übernahm er seit 2013 im Verband tätige Stuttgarter nun die Leitung des Clusters CU BW.

Eine gute Wahl, nicht nur, weil damit nun ein Schwabe an der operativen Spitze des erfolgreichen Clusters CU BW steht. Mit einem M.A. in International Management sieht sich der gut vernetzte Steinacker bestens aufgestellt, um die „sehr erfolgreiche Arbeit des Clusters in Baden-Württemberg fortzusetzen und weiter voranzutreiben“. Bewährte Kooperationen will er stärken und ausbauen, daneben aber gern auch offen bleiben für den Schulterschluss mit weiteren Netzwerken im ‚Ländle‘. ■



Sven Blanck

Nahtlose Nachfolge

Auch der Spitzencluster MAI Carbon des CU arbeitet seit 01. Oktober 2021 unter neuer Leitung. Sven Blanck tritt hier die Nachfolge des langjährigen Cluster-Geschäftsführers Tjark von Reden an.

Ganz neu ist die Aufgabe für den Diplom-Betriebswirt freilich nicht. Bereits seit 2012 ist er bei MAI Carbon für das Controlling zuständig, später als stellvertretender Cluster-Geschäftsführer auch für den Bereich Internationale Zusammenarbeit.

Blanck sieht sich als „Brückenbauer in internationale Wertschöpfungsketten“ und plant, „gemeinsam mit den Partnern der MAI-Region München – Augsburg – Ingolstadt und für sie bedarfsgerecht weltweite Marktzugänge“ zu forcieren. ■

Leichtbau-Weiterbildung in Berlin

Das Projekt „Leichtbau-Weiterbildung in Berlin“ wird vom Land Berlin – Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe im Rahmen des Masterplans Industriestadt (MPI) Berlin gefördert. Die Initiative orientiert sich an der von „Berlin Partner“ durchgeführten Potenzialanalyse „Leichtbau in der Hauptstadtregion“ und adressiert spezifische regionale Bedarfe. Das Projekt läuft von September 2021 bis Dezember 2022.

*Ein Netzwerk aus Industrieunternehmen und Bildungseinrichtungen soll im Großraum Berlin entstehen, um in der Region mehr Fachpersonal aus- und weiterzubilden. Geplant sind passgenaue Aus- und Weiterbildungs-Module für Ingenieur*innen, Meister*innen, Techniker*innen und Facharbeitende, damit das Fachpersonal die Leichtbau-Innovationen aus der Forschung in die industrielle Praxis tragen kann. Die Projektinitiatoren wollen die Weiterbildungs-Module über die Projektlaufzeit hinaus als dauerhaftes Angebot verankern.*

Further Education in Lightweight Engineering

The project “Further education in lightweight design in Berlin” is funded by the State of Berlin – Senate Department for Economics, Energy and Public Enterprises within the framework of the Master Plan Industrial City (MPI) Berlin. Learning on the potential analysis “Lightweight design in the capital region” conducted by “Berlin Partner” the project addresses specific regional needs. It runs from September 2021 to December 2022.

In the greater Berlin area a network of educational institutions and industrial companies is to form in order to train more skilled personnel in the capital region. Plans are for customized and targeted training modules for engineers, master craftsmen, technicians and skilled workers. Thus skilled personnel will be able to transfer lightweight design innovations from research into industrial practice. The project initiators intend to establish the training modules as a permanent offering beyond the duration of the project.



Wechsel in der Führungsspitze Change in top management

Neuer Hauptgeschäftsführer beim CU – Alexander Gundling übergibt an Dr. Tjark von Reden

Am 30. September 2021 verabschiedete sich der langjährige CU-Hauptgeschäftsführer Alexander Gundling (64) in den Ruhestand. Als Doppelspitze hatte Gundling gemeinsam mit Hauptgeschäftsführer Dr. Gunnar Merz den Composites United e.V. (CU) auf Kurs gehalten, seit die beiden Einzelverbände sich 2019 zusammenschlossen.

Schon den ursprünglichen CCeV hatte der erfahrene Verbandsmanager seit den Anfängen im Jahr 2007 geführt und geprägt: „Ich wollte die immensen Potenziale des carbonfaserbasierten Leichtbaus offenlegen und anwenden. Für das klimaneutrale Wirtschaften der Zukunft ist diese Technologie ein Teil der Lösung.“

Prof. Dr. Hubert Jäger, Sprecher des CU-Präsidiums, würdigt Gundlings Verdienste: „Über 14 Jahre gab er grundlegende Impulse, trieb die Weiterentwicklung des Vereins voran und vertrat leidenschaftlich die Interessen der CU-Mitglieder auch auf der politischen Bühne in Berlin. Er hat regional, national sowie im DACH-Raum wichtige Strukturen aufgebaut und maßgeblich mitgewirkt an der Initiierung des Spitzenclusters MAI Carbon. Ich danke ihm im Namen des Präsidiums, unserer Mitglieder und des gesamten Teams.“

Gleichermaßen herzlich begrüßt Prof. Dr. Dieter Meiners, ebenfalls Sprecher des CU-Präsidiums, Gundlings Nachfolger Dr. Tjark von Reden (44): „Es freut uns, dass wir die Schlüsselposition in der Hauptgeschäftsführung mit einem ausgewiesenen Experten aus den eigenen Reihen besetzen können, der den Verein, die Mitglieder und die Strukturen seit vielen Jahren bestens kennt.“

Tatsächlich promovierte von Reden in Luft- und Raumfahrttechnik über Flechttechnologie für Carbonfasern. Im Jahr 2012 übernahm von Reden im CU die Leitung des Projekt- und Wissensmanagements, 2014 die Gesamtleitung beim Spitzencluster MAI Carbon. Seit Mitte 2017 war er daneben bereits stellvertretender Geschäftsführer des CU.

Nun also ab 01. Oktober 2021 im Team mit seinem Kollegen Dr. Gunnar Merz die Hauptgeschäftsführung. Hier verantwortet von Reden künftig die operativen Aufgabenbereiche Verwaltung, Technologie, Bildung, Veranstaltungen sowie Öffentlichkeitsarbeit und Marketing. Als Themenschwerpunkte nennt er „hybride Faserverbundwerkstoffe, (...) Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung“, will „Lösungsvorschläge im gesellschaftlichen Raum“ anbieten und auch beim „Vernetzen unserer Mitglieder neue Formen und Wege etablieren“.

New Chief Executive Officer at CU – Alexander Gundling hands over to Dr. Tjark von Reden

On 30 September 2021, long-time CU General Manager Alexander Gundling (64) retired. Teaming with managing director Dr. Gunnar Merz, Gundling had kept Composites United e.V. (CU) on course, ever since the two original incorporated associations merged in 2019.

The experienced association manager had already led and shaped the original CCeV from the beginning, since its founding in March 2007: “I wanted to reveal and apply the immense potential of carbon fibre-based lightweight construction. For the climate-neutral economy of the future, this technology is part of the solution.”

Prof. Dr. Hubert Jäger, spokesman for the CU Executive Committee, pays tribute to Gundling's achievements: “For more than 14 years, he provided fundamental impetus, pushed the further development of the association and passionately represented the interests of CU members, including on the political stage in Berlin. He has built up important structures regionally, nationally and in the DACH region and played a decisive role in initiating the leading-edge cluster MAI Carbon. I thank him on behalf of the Executive Committee, our members and the entire team.”

As cordially, Prof. Dr. Dieter Meiners, spokesman of the CU Präsidium, welcomes Gundling's successor Dr. Tjark von Reden (44): “We are pleased that we can fill the key position in the Executive Board with a proven expert from our own ranks who has known the association, its members and structures well for many years.”

Von Reden earned his doctorate in aerospace engineering on braiding technology for carbon fibres. In 2012, he took over as head of project and knowledge management at CU, and in 2014 as overall head of the MAI Carbon Leading-Edge Cluster. Since mid-2017, he has also been deputy managing director of the CU.

Now, as of 1 October 2021, he will take on the role of Chief Executive Officer in a team with his colleague Dr. Gunnar Merz. In future, he will be responsible for the operational areas of administration, technology, education, events as well as public relations and marketing. Von Reden names “hybrid fibre composites, (...) sustainability and resource conservation” as key topics, wants to offer “solution proposals in the social sphere” and also “establish new forms and ways of networking our members”.



Dr. Tjark von Reden (l.),
Alexander Gundling (r.)



Auf den ersten Blick sieht KOHPA® aus wie eine aufgerollte Tapete und lässt sich auch wie eine solche verarbeiten

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!

Pulp Fiction mit Carbon



Tolles Team – Walter Reichel, Composite Engineering Specialist, und Peter Helfer, Paper Engineering Specialist

Elektrisch leitendes Papier begeistert Umweltfreunde und Unternehmer

Die Europäische Kommission kürte die tapetendünne Flächenheizung KOHPA® von Walter Reichel und Peter Helfer zum Green Deal-Material, drei Enabler der TV-Show „Die Höhle der Löwen“ halten das für ein gutes Investment. Was KOHPA® ist, wie es dazu kam und wie es nun weitergeht, erzählen seine beiden Erfinder hier im Interview.

„Tapete heizt Haus“, das klingt ja erstmal wie Science Fiction. Und doch ist es den findigen Ingenieuren Walter Reichel und Peter Helfer gelungen, KOHPA® therm zu entwickeln, die dünnste und leichteste Flächenheizung der Welt. Das Schwesterprodukt KOHPA® protect schirmt vor Elektrosmog ab.

Green Deal und Green Materials Box

Europa setzt auf die Chancen, die der Übergang zu einer ressourceneffizienten, nachhaltigen, klima- und menschenverträglichen Wirtschaft mit sich bringt. Im Rahmen des europäischen Green Deal stellt die Green Materials Box erstmals 2020 fünf Material-Innovationen vor, die in und aus unterschiedlichen Bereichen beispielhaft „die Möglichkeiten für eine ökologische Veränderung unserer Wirtschafts- und Produktkultur aufzeigen“. Das „Smart Material“ KOHPA® ist einer der fünf aufgenommenen Wegweiser.

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de



Was ist KOHPA®?

Reichel und Helfer: KOHPA® ist im Prinzip eine Papierbahn aus naturfaseriger Pulpe, in die Kohlenstofffasern eingearbeitet sind. Darum nannten wir unser Produkt auch KOHPA®, ein Kofferwort aus KOHlenstofffasern und PApier.

» In KOHPA® sind keinerlei Kunststoffe verarbeitet und das Material ist zu 100% recycelbar.«

Walter Reichel, Erfinder und Unternehmer

Wie kamen Sie auf die Idee?

Als gelernte Papiermacher haben wir ein Leben lang mit Naturfasern gearbeitet. Auf einmal sprach dann jeder über den Werkstoff Carbon und dass die wertvollen Abfälle der carbonverarbeitenden Industrie meist thermisch entsorgt werden. Niemand hatte es bis dahin geschafft, Kohlenstoff- mit Naturfasern zu verbinden. Wir waren einfach neugierig und suchten nach einer Möglichkeit, ein völlig neues Material herzustellen.

Gelang das auf Antrieb?

Nicht wirklich. Die erste Hürde war, zwei Fasern zusammenzubringen, die grundsätzlich überhaupt nicht in ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften miteinander harmonieren.

Nachdem das im eigenen Labor von Helfer Papier in Dachau schließlich gelungen war, halfen Kooperationspartner bei Prüfung und Weiterentwicklung dieses ersten Kohlenstofffaser-Papiers. Namentlich der Spitzencluster MAI Carbon des CU, das Umweltinstitut bifa und das Fraunhofer IGCV Augsburg, die Universitäten Aachen, Augsburg, Karlsruhe und Stuttgart sowie Bayern Innovativ und mehrere Papierfabriken in Deutschland.

Was kann man mit KOHPA® machen?

Das Material ist stabil, flexibel und stromleitend. KOHPA® protect schützt vor elektromagnetischer Strahlung, es kann Haus und Gegenstände abschirmen, Stichwort 5G, und als strahlungssicheres Verpackungsmaterial verwendet werden. KOHPA® therm dient als Flächenheizung im Caravanbau sowie im Hausbau als Fußboden-, Wand- und Deckenheizung im Nieder-volt-Bereich.

Als Wandheizung erreicht KOHPA® therm 35 °C Infrarotwärme bei einer Flächenleistung von 150 W/m²



Im Leichtbau kann KOHPA® im Verbund mit Epoxid-Harz mittels Origamitechnologie sehr leichte und stabile Bauelemente bilden, die zusätzlich beheizt werden können.

Gut vorstellen können wir uns KOHPA® künftig auch in Leichtbaupaletten, funktionalen Etiketten, in technischen Anwendungen wie der Chipherstellung, in Sicherheitspapieren, sensorischer Kleidung für Straßenverkehr und Arbeitsschutz, beheizbaren Transportmitteln und Verpackungen und für Vieles mehr.

Warum ist das eine Aufnahme in die Green Materials Box wert?

Weil KOHPA® den ökologischen Wandel in der EU und global mitgestalten kann.

Als IR-Heizung weist KOHPA® therm in vielen Kontexten eine effizientere Energiebilanz auf, als herkömmliche Heizsysteme. Zudem entsteht durch das Upcycling von Kohlenstofffasern ein neues Material, das die bislang eher unbekannte Stromleitfähigkeit der Kohlenstofffasern nutzt.

Wozu brauchen Sie die TV-Investoren?

Um uns die Türen zu einem großen B2B-Markt zu öffnen und den Vertrieb effektiv aufzubauen. Nun kommen wir einfacher mit Entscheidern großer Industrieunternehmen unterschiedlicher Branchen in Kontakt.

Nach der TV-Ausstrahlung erreichten uns sehr viele Vorbestellungen. Für KOHPA® protect wird gerade ein Online-Shop auch für B2C-Kunden eingerichtet, der Ende 2021 starten soll.

Ein Rat für andere Erfinder: Was brachte und bringt Erfolg?

Der Glaube ans Material und an die Idee. Unermüdlich, neugierig und ausdauernd am Produkt arbeiten. Man ist nie zu alt, um eine Idee in die Tat umzusetzen und daraus ein Produkt zu entwickeln. ■



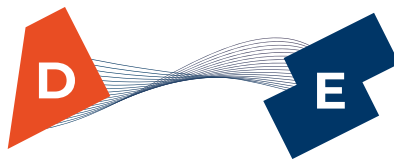
Eine Rolle Zukunft bitte – KOHPA® ist ausgezeichnet als EU Green Material



* Walter Reichel (76) und Peter Helfer (55) sind Gründer und Mitinhaber der im bayerischen Dachau ansässigen KOHPA GmbH, vormals RESO Oberflächentechnik GmbH, Mering. Das Unternehmen ist Mitglied im leistungsstarken Leichtbau-Verbund Composites United.

KOHPA

i KOHPA GmbH, Dachau
Walter Reichel, Peter Helfer
 +49 8131 32 13 16
 @ info@kohpa.de
 www.kohpa.de



Termine/Dates 2021/2022

von Dezember 2021 bis Juni 2022 | from December 2021 to June 2022

CU Weiterbildung
01.12.2021

Online: Faserverbundwerkstoffe in der Praxis – Grundlagen Mechanik und Modellierung

CU AK
13.12.2021

Koordination der technischen CU-Gremien

CU Ceramic Composites
07.12.2021

Werkstoffkolloquium am DLR-WF

CU | CU Bau | CU Ost
13./14.01.2022

Abschlussveranstaltung Innovationsforum FiberBuild – Faserverbundindustrie erschließt Bauwesen

CU | CU Ost
02.02.2022

Faserverbund Sandwich-Tagung

CU | CU BW
17.02.2022

9. Fachkongress Composite Simulation

Messe
08.-10.03.2022

JEC World in Paris

CU | CU Ost
18.03.2022

11. Ordentliche Mitgliederversammlung CU Ost

Redaktionsschluss
01.04.2022

für CU reports 01/22

Erscheinungstermin
30.05.2022

des CU reports 01/22

CU | Messe
01./02.06.2022

LightCon 2022

CU | CU Ost
30.06.2022

25. Int. Dresdner Leichtbausymposium

CU Bau | CU Ost
13.07.2022

Sommergrillen

Ganz ausgestanden ist die Corona-Pandemie noch nicht. Zwar finden Veranstaltungen und AG-Sitzungen statt, doch niemand kann verlässlich sagen, ob als Präsenzveranstaltung, online oder in Mischform. Bitte informieren Sie sich kurzfristig über die jeweiligen Rahmenbedingungen – stets aktuell auf www.composites-united.com



Composites United (CU)

Stefan Steinacker

+49 821 26 84 11-13

stefan.steinacker@composites-united.com

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

Jetzt klimaneutral bauen

Seminare CU Bau: Leichtbau im Bauwesen mit Faserverbundwerkstoffen

Zukunftsweisende Technologien im Bauwesen sind für alle Bau- und Prüfingenieure, Architektinnen, Techniker, Bauunternehmerinnen und Planer unbedingt interessant. Insbesondere gilt das für klimaneutrales und nachhaltiges Bauen mit seinen universellen Anwendungen bei Sanie-



rung, Vorfertigung und Neubau. Das sind die zentralen Herausforderungen der Zukunft im Bauwesen, hier ist es besonders wichtig, über aktuelle Entwicklungen gut informiert zu sein und am Ball zu bleiben.

Darum bietet das Fachnetzwerk CU Bau ab Frühjahr 2022 die Weiterbildung „Leichtbau im Bauwesen mit Faserverbundwerkstoffen“ an.

Das eintägige Grundlagen-Seminar vermittelt Basiswissen zum Thema, von Faserkunde und Textiltechnologie über Tränkungsmaterialien und -technologien bis zu Konfektion oder Matrices. Für das zweitägige Aufbau-Seminar stehen die beiden Fachrichtungen „Instandsetzung und Verstärkung“ sowie „Vorfertigung und Neubau“ zur Auswahl. Je nach Interessen und Vorkenntnissen der

jeweiligen Teilnehmer*innen widmen sie sich vertiefend z. B. den Bereichen Bewehrungstechnologien, Kunststoffe, Polymermatrices, Mineralische Matrices, Prüf- und Zulassungsverfahren, Berechnung, Bemessung, Verarbeitungstechnologien oder Maschinenteknik. Begleitet werden beide Aufbau-Seminare von Praxisinhalten bei Partnerunternehmen.

Seminarorte sind Augsburg, Dresden, Kaiserslautern, Linz, Stade, Stuttgart und Winterthur. ■



Composites United (CU)

Katharina Lechler

+49 821 26 84 11-05

+49 170 383 35 86

katharina.lechler@composites-united.com

www.composites-united.com



© TatianaShepeleva/stock.adobe.com

BIONIK
BIONICS

FOCUS

Biologische Transformation

Radikale Nachhaltigkeit für die industrielle Produktion



Der von einer Qualle inspirierte biointelligente Konikore Sensor kann flüchtige Kohlenwasserstoffe erkennen, „riecht“ also zum Beispiel Anzeigerstoffe im Atem von Patienten oder Sprengstoff im Koffer von Passanten. Neuronen werden hierbei für spezielle Aufgaben – etwa fluoreszierende Reaktion bei Kontakt mit spezifischen Molekülen – in einem Träger zwei Jahre am Leben erhalten und in einen Sensor integriert, der das Leuchten detektiert und mit Hilfe von Machine Learning auswertet.

Die Natur steht längst auch bei der Optimierung der industriellen Produktion Pate. Eine nachhaltige biologische Transformation der industriellen Wertschöpfung ist sowohl für die Gesellschaft als auch für die Wirtschaft von entscheidender Bedeutung und nicht mehr weiter aufschiebbar.

Künftig wird die Digitale Transformation im Rahmen von Industrie 4.0 ergänzt durch eine Biologische Transformation. Damit lassen sich sehr viele Problemen lösen, die vom demografischen Wandel, der Globalisierung, der Individualisierung der Gesellschaft, dem Klimawandel oder der weltweit zunehmenden Knappheit an natürlichen Ressourcen hervorgerufen werden.

Natur und Technik – von Inspiration zur Interaktion

Der Prozess der Biologischen Transformation, der in der letzten Ausbaustufe zur Biointelligenz führt, kann in drei Entwicklungsmodi unterteilt werden: Inspiration, Integration und Interaktion.

Zunächst erlaubt es die Inspiration, die evolutionär über Jahrtausende entstandenen biologischen Phänomene auf Wertschöpfungssysteme zu übertragen. Unternehmen entwickeln mit diesem Ansatz neuartige Materialien und Strukturen (z.B. Leichtbau), Funktionalitäten (z.B. Biomechanik) sowie Organisations- und Kooperationslösungen (z.B. Schwarmintelligenz). Unter dem Begriff Bionik ist dieses Forschungsfeld bereits allgemein bekannt.

Im Modus Integration findet das Wissen über die Natur nun in einer tatsächlichen Einbindung von biologischen Systemen in Produktionssystemen Anwendung, etwa mit der Substitution chemischer durch biologische Prozesse.

» In der letzten Ausbaustufe führt Biologische Transformation zu Bio-intelligenz.«

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

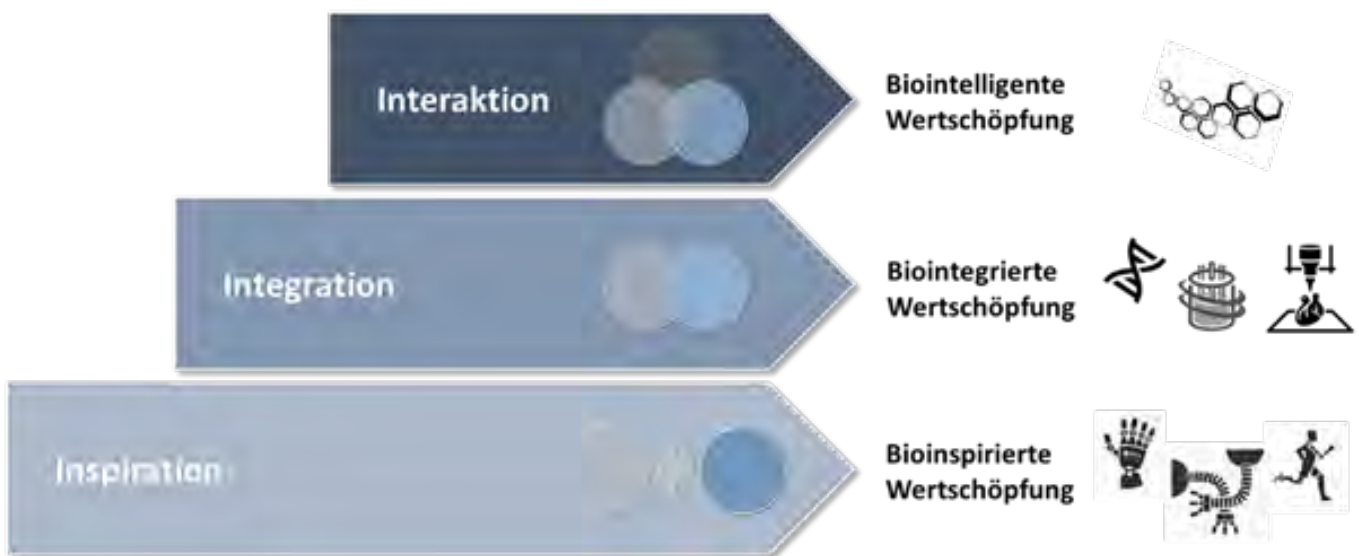
Beispiele dieses Modus sind u. a. die Nutzung von Mikroorganismen zur Rückgewinnung von seltenen Erden aus Magneten oder die Erzeugung von Wasserstoff aus Abfall.

on und die dezentrale Herstellung von Konsumgütern und Nahrungsmitteln aus nachwachsenden regionalen Rohstoffen und Recyclingmaterialien.

Die angestrebte technologiebasierte Bedarfswirtschaft entsteht mit dem Zusammenwachsen der Disziplinen Biologie, (Produktions-)Technik und Datenverarbeitung. Hier entwickelt sich eine fortschrittliche Wirtschaftsform, welche die physikalischen Grenzen unseres Planeten berücksichtigt. Damit schaffen wir über viele Fachdisziplinen hinweg einen neuen Innovationsraum mit riesigem wirtschaftlichem Potenzial. ■

Integrationsebenen und Entwicklungsmodi der Biologischen Transformation der industriellen Wertschöpfung

© Kompetenzzentrum Biointelligenz



Drittens führt die umfassende Interaktion zwischen technischen, informatorischen und biologischen Systemen, beziehungsweise die Verschmelzung dieser drei Integrationsebenen, zu völlig neuen, autarken Produktionstechnologien und -strukturen, den sogenannten biointelligenten Wertschöpfungssystemen.

In den kommenden Jahren und Jahrzehnten werden Systeme, die Soft-, Hard- und Bioware in echtzeitfähigen Architekturen verschmelzen, für die industrielle Wertschöpfung massiv an Bedeutung gewinnen. Ein Beispiel ist im Bild zu sehen.

Vision – Technologiebasierte Bedarfswirtschaft

Die biointelligente Wertschöpfung erlaubt eine personalisierte Gesundheitsversorgung, eine intelligente Verkehrs- und Produktionsorganisati-

i Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

Leiter Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
 ☎ +49 711 970-11 01
 @ thomas.bauernhansl@ipa.fraunhofer.de
 🌐 www.ipa.fraunhofer.de

Leiter Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF der Universität Stuttgart
 🌐 www.iff.uni-stuttgart.de

Vorstandsvorsitzender des Kompetenzzentrums Biointelligenz e. V.
 🌐 www.biointelligenz.de
 🌐 www.biointelligence-center.org

Kaktus-Struktur schützt

Bioinspirierter livMatS Pavillons in Freiburg eröffnet



Leichte, luftige Schutzstruktur mit einer Außenhaut aus Polycarbonat über naturinspirierten Netzstrukturen

Das Bauschaffen hat sich im letzten Jahrhundert zu einer der materialintensivsten und umweltschädlichsten menschlichen Aktivitäten entwickelt. Der livMatS Pavillon im Botanischen Garten der Universität Freiburg zeigt eine nachhaltige, ressourceneffiziente Alternative zu konventionellen Bauweisen, hin zu mehr Nachhaltigkeit in der Architektur.

Mit integrativen Co-Design-Methoden werden geometrische, materielle, strukturelle, produktionstechnische, ökologische und ästhetische Anforderungen schon in einem sehr frühen Stadium eines Projekts berücksichtigt. Der nun im Botanischen Garten in Freiburg errichtete bioinspirierte livMatS Pavillon zeigt anschaulich, wie auf dieser Grundlage in Verbindung mit modernen robotergestützten Fertigungstechniken und adäquaten Werkstoffen eine zugleich umweltfreundliche und gestalterisch ausdrucksstarke Architektur geschaffen werden kann.

Bionische Untersuchungen

Die Biologie ist in vielen Disziplinen ein inspirierendes Vorbild. Faserverbundwerkstoffe und -strukturen weisen ein hervorragendes Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht auf und bieten sich daher als Basis für die Entwicklung innova-

tiver, materialeffizienter Leichtbaustrukturen an. Kohlenstoff- und glasfaserverstärkte Verbundwerkstoffe sind in Luft- und Raumfahrttechnik, Maschinenbau und Automobilindustrie bereits weit verbreitet.

Für die Architektur ist die Natur aufgrund ihres effektiven, effizienten und ressourcenschonenden Einsatzes von Energie und Material besonders beeindruckend. Zum Beispiel bestehen die meisten tragenden Systeme in der Natur aus Faserverbänden, die in Orientierung, Richtung und Dichte genau auf die lokal auftretenden Kräfte abgestimmt sind. Beim livMatS Pavillon besteht die tragende Struktur ausschließlich aus robotisch gewickelten Flachfasern. Sie haben das Potenzial, insbesondere in Kombination mit effizientem Leichtbau, den ökologischen Fußabdruck von Gebäuden deutlich zu reduzieren.

Als Inspiration dienten der Saguaro-Kaktus (*Carnegiea gigantea*) und der Feigenkaktus (*Opuntia* sp.), die sich durch ihre besondere Holzstruktur auszeichnen. Der Saguaro verfügt über einen zylinderförmigen Holzkörper, der innen hohl und dadurch besonders leicht ist. Er besteht aus einer netzartigen Struktur, die dem Holzkörper zusätzlich eine besondere Stabilität verleiht und dadurch entsteht, dass die einzel-



Der livMatS Pavillon im Botanischen Garten der Universität Freiburg verknüpft modernste digitale Technologien mit Leichtbau-Naturwerkstoffen. Er krönt die erfolgreiche Zusammenarbeit eines interdisziplinären Teams von Architekt*innen und Ingenieur*innen des Masterstudiengangs ITECH am Exzellenzcluster „Integrative Computational Design and Construction for Architecture (Int-CDC)“ der Universität Stuttgart und Biolog*innen des Exzellenzclusters „Living, Adaptive and Energy-autonomous Material Systems (livMatS)“ an der Universität Freiburg.

nen Elemente miteinander verwachsen. Auch beim Feigenkaktus durchziehen das Gewebe seiner abgeflachten Seitentriebe netzartige Holzfaserbündel, die in Schichten angeordnet und miteinander verbunden sind. Das macht dieses Gewebe besonders belastbar.

Durch die Abstraktion dieser Netzstrukturen konnten die mechanischen Eigenschaften der vernetzten Faserstrukturen auf die Leichtbau-Tragelemente des Pavillons übertragen werden.

Integratives Design und robotische Fertigung

Die bisherige Forschung zum Bauen mit Faser-verbundkonstruktionen konzentrierte sich auf Planung, Fertigung und Einsatz von synthetisch hergestellten Faserverbundwerkstoffen im Bauwesen. Der aktuelle Ansatz erweitert diese grundlegende Forschung durch Untersuchungen zum Einsatz von Naturfasern in großmaßstäblicher Anwendung.

Die tragende Struktur des *livMatS*-Pavillons besteht aus 15 Flachfaserelementen, die ausschließlich aus endlos gesponnenen Naturfasern in einem robotergestützten, kernlosen Faserwickelprozess vorgefertigt wurden. Die Elemente variieren in ihrer Gesamtlänge zwischen 4,50 bis 5,50 m und wiegen im Durchschnitt nur 105 kg. Die gesamte Faserkonstruktion wiegt bei einer Gesamtfläche von 46 m² nur rund 1,5 t und ist für die vollen Schnee- und Windlasten der gültigen Bauvorschriften ausgelegt.

Eine wasserdichte Haut aus Polycarbonat über dem Pavillon schützt sowohl die Besucher vor Wetter, als auch die Faserkomponenten vor direkter UV-Strahlung und Feuchtigkeit.

Der *livMatS*-Pavillon dient für die nächsten fünf Jahre als Veranstaltungsort der Universität Freiburg, die den Botanischen Garten im Rahmen des Konzepts „Learning from Nature“ als Forschungs- und Lehrereinrichtung nutzt. ■



Computerbasierter Entwurf, robotische Fertigung, neues Materialsystem – nach der Prototypen-Vorserie im ICD/ITKE fertigte der Industriepartner des Projekts, die FibR GmbH Stuttgart, die 15 Faserelemente des Pavillons

- i** ICD – Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung, ITKE – Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen, Universität Stuttgart
Prof. Achim Menges und Prof. Jan Knippers
 ☎ +49 711 685-827 86
 @ mail@icd.uni-stuttgart.de
 @ info@itke.uni-stuttgart.de
 🌐 www.itech.uni-stuttgart.de/itech-studio-projects



Rückzug aufgebaut: Die einzelnen Strukturelemente wiegen im Durchschnitt nur 105 kg



Projektunterstützung:
 Deutsche Bundesstiftung Umwelt
 Exolon Group GmbH

Biologie und Robotik am Bau

Biologisch inspirierte lastangepasste 3D-Textilbewehrungsstrukturen

Derzeit entwickelt das ITM, das Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden, eine werkzeugunabhängige, hochvariable Fertigungstechnologie zur direkten Ablage inline-getränkter Garne im Raum, um erstmalig hierarchisch aufgebaute, räumlich verzweigte textile Bewehrungsstrukturen entsprechend biologischer Vorbilder fertigen zu können.

Die Materialeffizienz im Auslegungs- und Konstruktionsprozess von bewehrten Betonbauteilen signifikant zu erhöhen, trägt wesentlich dazu bei, den Verbrauch natürlicher Ressourcen sowie begleitender Umweltbelastungen zu reduzieren, die maßgeblich durch den massenhaften Zementbedarf verursacht werden. Innovative Konzepte zur Auslegung, Modellierung, Konstruktion, Produktion und Anwendung materialminimierter betonbasierter Bauteilkomponenten bilden die Grundlage einer zukunftsorientierten Baustrategie.

Dem widmet sich ein Forschungsprojekt des Instituts für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM), das im Rahmen des Sonderforschungsbereichs Transregio 280 bearbeitet wird. Ziel ist, durch neu entwickelte, verbesserte textile Materialkompositionen in Verbindung mit biologisch oder mathe-

matisch inspirierten Konstruktionsprinzipien das Hochleistungspotenzial von textilbewehrtem Beton vollständig auszuschöpfen.

Wenn weniger mehr ist

Im Fokus der Forschungsaktivitäten steht die Entwicklung einer robotergestützten Fertigungstechnologie zur direkten, räumlichen Garnablage sowie wickelpfadoptimierender Algorithmen zur Legepfadgenerierung. Eine wichtige Grundlage für die Produktion von dreidimensionalen, innerlich aufgelösten und räumlich verzweigten Textilverstärkungsstrukturen ist die Erforschung einer neuartigen werkzeugunabhängigen, geometrisch höchstvariablen, robotergestützten Garnablagetechnologie: Die Übertragung von Lastabtragungsmechanismen aus der Biologie auf die Geometrie und Struktur von 3D-Textilbewehrungen mit charakteristischen Verstärkungen in z-Richtung führt zu einem grundlegend neu ausgerichteten, CAE-gestützten und ganzheitlichen Fertigungsansatz.

Die derzeitigen Forschungsaktivitäten basieren auf Vorarbeiten zur robotergestützten Fertigung von zweidimensionalen, textilen Bewehrungsstrukturen sowie zur automatischen, kernlosen 3D-Filamentwickeltechnik. Umfassende Untersuchungen von Projektpartnern aus der Biologie zu natürlichen Lastabtragungsmechanismen in der Botanik wie beispielsweise zu schildförmigen bzw. peltaten Blätterstrukturen (Abb. 1) – bilden die Basis für die Umsetzung räumlich verzweigter, lastangepasster Textilbewehrungstopologien.

Für die räumliche Garnablage und -fixierung wurde eigens ein konstruktiv-technologisches 3D-Ablagekonzept erarbeitet, das auf geometriespezifisch montierbaren Pins und 3D-Wickelkörpern basiert (Abb. 2). Ihre intelligente Anordnung und Höhenverstellung gewährleisten eine hohe Bewegungsfreiheit des Roboters. Das 3D-Garnablagekonzept ist eine entscheidende Basis für die Realisierung der angestrebten komplexen Textilbewehrungsstrukturen.



Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – SFB/TRR280, Projektnummer: 417002380.

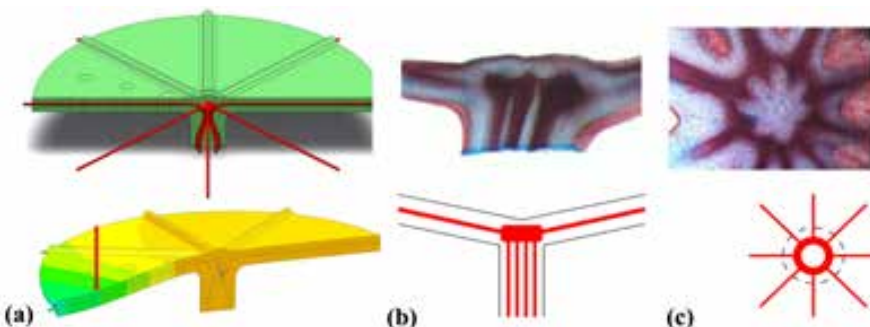


Abb. 1: (a) CAD-Modell von *T. majus* und numerische Analyse der y -Deformation unter Last. (b) Mikroskopische Längsschnittansicht des peltaten Blattes *T. majus* und funktionale Abstraktionsdarstellung. (c) Mikroskopische Querschnittansicht des peltaten Blattes *T. majus* und funktionale Abstraktionsdarstellung.

Fig. 1: (a) CAD model of *T. majus* and numerical analysis of y -deformation under load. (b) Microscopic longitudinal section view of peltate leaf *T. majus* and functional abstraction representation. (c) Microscopic cross-sectional view of peltate leaf *T. majus* and functional abstraction representation.

Biology and robotics in construction

Biologically inspired load-adapted 3D textile reinforcement structures

The ITM currently develops a novel tool-independent, highly variable manufacturing technology to be able to directly place the in-line-impregnated yarns in space and to produce hierarchical and branched textile concrete reinforcement structures in accordance to bionic principles.

The significant raise of material efficiency during design and engineering process of structural, reinforced concrete components marks a substantial strategy to reduce the consumption of natural resources as well as the accompanying environmental pollution. These anthropogenic challenges are caused by mass production of cement as a key component of concrete within the construction industry.

Innovative concepts are supposed to be the basic for the future-oriented building strategy regarding designing, modelling, construction, production und application of the sustainable and resource-efficient concrete-based construction components. The ITM project's objective is to utilize the full potential of high performance material textile reinforced concrete (TRC) – by means of novel and improved material compositions using biologically or mathematically inspired design principles.

When less is more

The focus of this research project is the development of a robot-supported manufacturing technology for spatial, direct yarn placement and the appropriated controlling in consideration of the optimal windability. The novel tool-independent, geometrically high variable, robotic yarn placement technology will pave the way towards the production of three-dimensional, internally structured and branched 3D textile reinforcement structures. The transfer of the identified load transfer mechanisms from the biology to the geometrical structure with its characteristic reinforcements in z-direction is possible due to the fundamentally novel design process on the basis of CAE-supported engineering.

The development bases on the valuable findings of previous research projects with focus on a robot-supported manufacturing technology

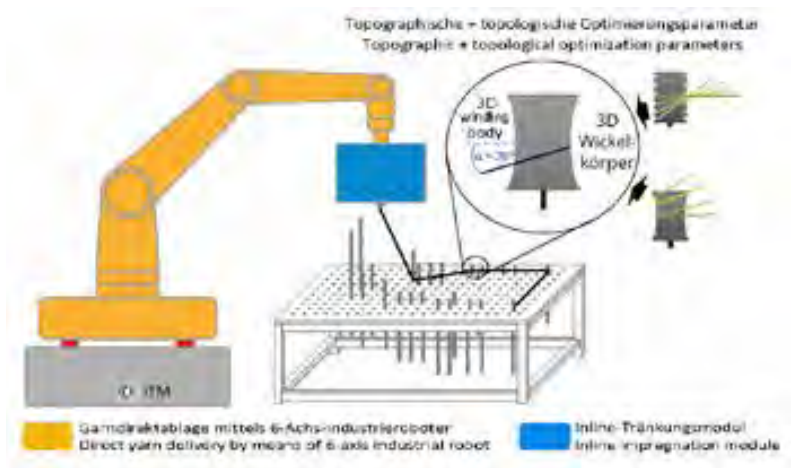


Abb. 2: Roboter-gestützte Fertigungstechnologie mit einem intelligenten Garnablagensystem

Fig. 2: Roboter-assisted manufacturing technology with an intelligent yarn deposit system

for two-dimensional, textile reinforcement structures and on the automatic, coreless 3D winding technology. Comprehensive investigations of project partners, adding an 'biology view', on the subject of natural load transfer mechanisms in botany – especially such as pelate leaves with their strengthening tissues (Fig. 1) – pose the starting point for the realisation of spatially branched, load-adapted textile reinforcement topologies.

The spatial yarn placement and fixation is realised by technological concept, which make use of specific mountable and precisely controllable pins and 3D winding bodies. The intelligent arrangement and ability to adjust the height of the supporting bars and the winding points ensures the great mobility of the robot. The 3D roving placement rack forms a substantial basis for realizing the targeted complex textile reinforcement structures (Fig. 2).



Funded by the German Research Foundation/Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - SFB/TRR280, project number: 417002380.



Technische Universität Dresden, Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM), Multiaxialgelege und Textiles Bauen
Dipl.-Ing. Danny Friese, Wiss. Mitarbeiter
 ☎ +49 351 463-422 45
 @ danny.friese@tu-dresden.de
 🌐 <http://tu-dresden.de/mw/itm>

Nur mit Öl und Säure

Von der Zitronensäure zu biobasierten Hochleistungs-Composites

Neuartige Leichtbaumaterialien mit 100 Prozent biobasiertem Kohlenstoffanteil: Da umweltbewusstes Denken eine immer größere Rolle spielt, ist die Entwicklung von biobasierten Materialien mit geringerer Umweltbelastung von großer Bedeutung. Die Entwicklung von Composites auf Zitronensäure-Basis könnte der Schlüssel für den Durchbruch von umweltbewussten Composites sein.

Das herausragende Eigenschaftsprofil von Composites, vor allem gekennzeichnet durch eine hohe Festigkeit und Steifigkeit bei entsprechend niedriger Dichte, macht sie zu einer besonders ressourceneffizienten Werkstoffklasse. Aus ökologischen Gründen werden in den vergangenen Jahren vermehrt auch biogene Ausgangsmaterialien für Composites erprobt. Dabei liegt der Fokus vor allem auf dem Einsatz von Pflanzenfasern als Verstärkungsmaterial, wobei nach wie vor petrochemisch basierte Duromere als Matrixkomponenten zum Einsatz kommen.

Im Bereich biobasierter Matrixmaterialien werden zunehmend biobasierte Epoxidharze entwickelt, die üblicherweise aus Pflanzenölen hergestellt werden. Dabei werden Pflanzenöle epoxidiert und mit konventionellen petrochemischen Härtern vernetzt. Allerdings sind diese oft toxikologisch kritisch und führen zu einem niedrigen biobasierten Kohlenstoffanteil in der Gesamtmischung.

Rein biologisch zum Ziel

Wissenschaftsteams der Montanuniversität Leoben wollen die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Form von Duromeren stärken. Aktuelle Forschungsarbeiten dazu laufen am Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe.

Zentraler Forschungsgegenstand ist die Entwicklung von leistungsfähigen, duromeren Kunststoffkomponenten auf Basis von Pflanzenöl und Zitronensäure. Die drei Ziele sind, den biobasierten Kohlenstoffanteil zu erhöhen, auf toxikologisch bedenkliche Inhalts- und Hilfsstoffe zu verzichten und gleichzeitig hohe Festigkeiten und Steifigkeiten zu erreichen.

Ohne die Zugabe von Beschleunigern oder weiteren Additiven wurde mit Zitronensäure



Composites mit 100 Prozent biobasiertem Kohlenstoffanteil – biobasierte Harzrezeptur im Resin Transfer Molding Prozess

Production of a composite with 100 percent biobased carbon content – bio-based resin formulation in the resin transfer molding process

und epoxidiertem Leinsamenöl ein vollständig biobasiertes Epoxidharz entwickelt und hinsichtlich seines Eigenschaftsprofils und der Härtingsbedingungen optimiert. Die finale Harzrezeptur weist einen Zugmodul von rund 2000 MPa bei Raumtemperatur und eine Glasübergangstemperatur von 80°C auf.

» Die Entwicklung biobasierter Materialien mit geringerer Umweltbelastung ist enorm wichtig.«

Dr. mont. Andrea Todorovic

Bei Zitronensäure handelt es sich um einen Feststoffhärter. Darum wurde ebenfalls in Leoben am Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen ein Verfahren entwickelt, das den Einsatz der Harzrezeptur im Resin Transfer Molding Prozess ermöglicht.

Nachhaltigkeit und Leistung

Die Kombination aus nachwachsender Verstärkungsfaser auf Pflanzenbasis und der neu entwickelten, vollständig (100%) biobasierten Harzrezeptur erlaubt die Herstellung von ökologisch effizienten Biocomposites für den Leicht- und Strukturbau. Das Eigenschaftsprofil des Biocomposites lässt sich über weite Bereiche gezielt einstellen. Das macht den Werkstoff für zahlreiche Einsatzmöglichkeiten interessant, wie zum Beispiel als Verkleidungskomponente für Baumaschinen oder Rotorblätter von Kleinwindkraftanlagen – in vielen Anwendungen eine nachhaltige Alternative zu petrochemisch basierten Composites.



Die Forschungsarbeiten erfolgen im Rahmen des Projekts „Reliable and sustainable composite production for bio-based components“, das vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert und im Rahmen des Programms „Produktion der Zukunft“ durchgeführt wird (FFG Projektnummer 858688).

Only with acid and oil

From citric acid to bio-based high-performance composites

Novel lightweight materials with 100 percent bio-based carbon content: As environmentally conscious thinking plays an increasingly important role, the development of bio-based materials with less environmental impact is of great importance. The development of citric acid-based composites could be the key to the breakthrough of environmentally conscious composites.

The outstanding property profile of composites, which is characterized by high strength and stiffness with correspondingly low density, makes them a particularly resource-efficient class of materials. For ecological reasons, biogenic starting materials for composites have been increasingly tested in recent years.

The main focus is on the use of plant fibers as reinforcement material, whereby petrochemically based thermosets are still used as matrix components.

In the field of bio-based matrix materials, bio-based epoxy resins are increasingly being developed, which are usually produced from vegetable oils.

In order to obtain a bio-based epoxy resin, vegetable oils are epoxidized and cross-linked with conventional petrochemical hardeners, which are often toxicologically critical and result in a low bio-based carbon content in the overall mixture.

Biologically on target

Current research work at the Chair of Materials Science and Testing of Polymers (Montanuniversität Leoben) pursues strengthening the material use of renewable raw materials in the form of thermosets.

The main research topic is the development of high-performance thermosets based on vegetable oil and citric acid. This with the aim of increasing the bio-based carbon content, avoiding toxicologically hazardous ingredients and at the same time achieving high strength and stiffness.

Without the addition of accelerators or other additives, citric acid and epoxidized linseed oil were used to develop a fully bio-based epoxy resin that is optimized with regard to its property profile and curing conditions. The final resin formulation has a tensile modulus of around

2000 MPa at room temperature and a glass transition temperature of 80 °C.

Since citric acid is a solid hardener, a process was subsequently developed at the very Chair for Processing of Composite Materials in Leoben that enables the use of the resin formulation in the resin transfer molding process.

» Developing bio-based materials with less environmental impact is crucial.«

Dr. mont. Andrea Todorovic

Sustainability and power

The combination of renewable plant-based reinforcement fibers and the newly developed 100 percent bio-based resin formulation allows the production of ecologically efficient bio-composites which are used in lightweight and structural construction. The property profile of the bio-composite can be specifically adjusted over a wide range of areas, which makes the material interesting for a wide range of applications, such as cladding components for construction machines and rotor blades for small wind turbines. Thus, the novel material is a sustainable alternative to petrochemically based composites in many applications. ■



This research project is funded by the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology in framework of the program "Produktion der Zukunft" [Future Production | Production of the Future] under contract no. 858688, within the context of the project "Reliable and sustainable composite production for bio-based components".



Montanuniversität Leoben,
Department Kunststofftechnik, A-Leoben
www.kunststofftechnik.at

Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe | Chair of Materials Science and Testing of Polymers

Dipl.-Ing. Dr. mont. Andrea Todorovic,
Assoz.-Prof. Dr. Katharina Resch-Fauster
☎ +43 3842 402-21 36
@ andrea.todorovic@unileoben.ac.at

Lehrstuhl für Verarbeitung der Verbundwerkstoffe | Chair of Processing of Composites

Yannick Blößl,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski
☎ +43 3842 402-27 00
@ ralf.schledjewski@unileoben.ac.at

Einfach zugreifen

Intelligentes und flexibles maschinelles Such- und Greifersystem nach Prinzipien der Natur

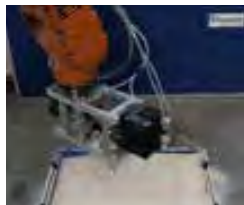
Was für ein geniales Instrument unsere Hände und Finger sind, mit denen wir ohne Weiteres Objekte ertasten, spüren und greifen können. Und wie geschickt bohrt sich ein Würmchen durch Sand und Erde. Es krümmt sich erfolgreich, obwohl sich die Erde nach unten hin verdichtet. Zwei Beispiele aus der Natur, von denen sich das Fraunhofer IGCV zu neuen Technikansätzen inspirieren ließ.

Inspiziert von der Beweglichkeit der Würmer und der Sensitivität menschlicher Fingerspitzen ermöglicht die technische Übertragung dieser Prinzipien das mechanische Ertasten und Entnehmen von Bauteilen aus dem Pulverbett additiver Fertigungsverfahren.

Gekrümmt zum Ziel

Derzeit arbeitet das Fraunhofer IGCV an der Entwicklung eines flexibel einsetzbaren Greifersystems, den DiggiWorms. In einem Use-Case aus der Gießerei ist das intelligente System in der Lage, fragile Sandkerne aus dem Bauraum einer Binder Jetting-Anlage zu entnehmen.

Wie Würmer können sich einzelne „Finger“ des Greifersystems in die sich nach unten hin verdichtenden Sandschichten hineingraben. Die segmentierte Bauweise ermöglicht eine flexible Bewegung um 180 Grad. Integrierte Drucksensoren verleihen den DiggiWorms not-



wendiges Fingerspitzengefühl, um anhand von CAD-Daten das Bauteil im Bauraum intelligent zu orten und vorsichtig zu ertasten.

Ist die Komponente aufgespürt, schlingen sich die einzelnen Finger größen- und geometriegericht um das Bauteil und ziehen es aus dem Bauraum heraus, ohne es zu zerdrücken. Dadurch werden Materialressourcen geschont und Gesundheitsgefahren durch Staubbelastungen in der Luft eingeschränkt.



Spüren, finden, entnehmen

DiggiWorms müssen sehr bewegungsflexibel sein, darum wurden die einzelnen Segmente in Form von hohlen Halbkugeln gestaltet und additiv in Fused Filament Fabrication aus PTFE gefertigt. Vier durchgefädelt Seile verbinden die einzelnen Schalen miteinander und ermöglichen durch spezifisches Ziehen eine Bewegung der einzelnen Glieder.

Mittig verläuft ein Kanal für Druckluft, die das Pulver vor der Spitze auflockert und eine leichte Durchdringung sicherstellt. Ein an der Luftzufuhrinheit angebrachter Unterdrucksensor dient dem Ertasten der Bauteile, indem Unterdruckwerte im Pulver, in Bereichen in der Nähe des Bauteils und unmittelbar an dem Bauteil erhoben und ausgewertet werden. Zwei DiggiWorms, installiert an einem 6-Achs-Roboter, wurden bereits erfolgreich eingesetzt.


In einer weiteren Projektphase werden Ansätze der künstlichen Intelligenz genutzt, um Objekte im Bauraum zu orten und entsprechend der Geometrie die Krümmung der DiggiWorms festzulegen. ■

DiggiWorms im Einsatz

 Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik (IGCV), Augsburg
 www.igcv.fraunhofer.de

Fused Filament Fabrication

Prof. Dr.-Ing. Iman Taha

 +49 821 906 78-252

@ iman.taha@igcv.fraunhofer.de

Sensorik

Maximilian Binder, M.Sc.

maximilian.binder@igcv.fraunhofer.de

Martin Zäpfel, M.Sc.

@ martin.zaepfel@igcv.fraunhofer.de

Binder Jetting

Dr. Daniel Günther

@ daniel.guenter@igcv.fraunhofer.de

Biologische Transformation

Dr. Marion Früchtl

@ marion.fruechtl@igcv.fraunhofer.de



MEMBERS



Teilvisualisierung von Subprozessen und deren Relationen, erstellt mit OntoGraf in Protégé

Gib mir den Zusammenhang

Ontologien zur Beherrschung der komplexen Abhängigkeiten in der additiven Fertigung

Ontologien bilden Informationen durch Datenpunkte, deren semantischen Verknüpfungen und hinterlegte Regeln ab. Diese Form der künstlichen Intelligenz kann verwendet werden, um ein holistisches Datenmodell der additiven Fertigung aufzubauen.

Additive Fertigungsverfahren weisen ein hohes Maß an Abhängigkeiten auf, namentlich zwischen Maschinenparametern, Geometrien und Bauteileigenschaften. Das Ableiten von validen Zusammenhängen erfordert viele Experimente und langjährige Erfahrung für grobe Einschätzungen. Unterschiedliche Datenformate und isoliert betrachtete Projektergebnisse erschweren einen langfristigen Kenntnisaufbau.

Im Rahmen des Projektes SeMplex wurde am Fraunhofer IGCV am Beispiel der Fused Filament Fabrication ein intelligentes Datennetzwerk aufgebaut. Zunächst erfolgte der Wissens- und Datentransfer in die Ontologie. Erfasst wurden Erfahrungswerte über gesteuerte Größen von Slicingparametern, auftretende Subprozesse sowie experimentell ermittelte Zusammenhänge zwischen Eingangsgrößen und Maßhaltigkeit. Der Reasoner erstellt dann automatisiert neue Verknüpfungen zwischen Datenpunkten. Das gesammelte Wissen kann anschließend jederzeit durch Fragen abgerufen werden, wie zum Beispiel:

- Welche Slicingparameter beeinflussen die Bauteilstruktur?

- Welche Subprozesse kann der Filamentdurchmesser beeinflussen?
- Was sind Gemeinsamkeiten bei Druckprozessen resultierend in hoher Maßhaltigkeit?
- Welche Breitenabweichung resultiert bei Verwendung von Druckgeschwindigkeit x?


Innerhalb der Ontologie werden die entsprechenden Verknüpfungen ausgewertet und bei ausreichender Datenlage die Antwort ausgegeben. So können Mitarbeitende Zusammenhänge abfragen und potenzielle Einflussfaktoren für die Versuchsplanung und Parameterempfehlungen zur Prozessverbesserung erhalten.

Stetiger Lernprozess

Durch den modularen Aufbau und ein strikt einheitliches Modellierungsvorgehen lässt sich die Ontologie flexibel um beliebige neue Datenpunkte erweitern. Ergebnisse aus anderen additiven Fertigungsverfahren, neue Daten aus Experimenten oder Simulationen lassen sich integrieren, um Datensilos zu vermeiden. Mit jedem neuen Datenpunkt lernt die Ontologie dazu und ist besser in der Lage, potenziell neue Fragen zu beantworten. ■



Beherrschen der Komplexität
 Ein semantischer Reasoner – auch Reasoning-Engine, Rules-Engine oder Reasoner – ist eine Software, die aus einem Satz von behaupteten Fakten oder Axiomen logische Konsequenzen ableiten kann.

 Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik (IGCV), Augsburg
 www.igcv.fraunhofer.de

Materials Engineering
Prof. Dr. Iman Taha
 +49 821 906 78-252
 iman.taha@igcv.fraunhofer.de
 Ontologien
Thomas Bjarsch, M.Sc.
 thomas.bjarsch@igcv.fraunhofer.de

Halt, da ist ein Spalt

Innovative Fugenprofile in Carbonfaser-Verbundbauweise

Alternative und innovative Bauprodukte sind gefragt und werden umso wichtiger, je mehr und nachdrücklicher Flexibilität im Bauwesen gefordert wird. Dies trifft sowohl für Neubauten als auch für Sanierungen von Park- und Industriebauten zu. Manches Bauproblem lässt sich hervorragend mit Fugenprofilen in Carbonfaser-Sandwichbauweise lösen, die selbst dem anspruchsvollsten modernen Leistungsprofil entsprechen.

Fugenprofile für Bauwerks-, Bewegungs- und Arbeitsfugen in Carbonfaser-Verbundbauweise stellt das inhabergeführte Unternehmen FloorBridge International GmbH bereits seit 2012 her. Die patentierte FloorBridge-Technologie löst adäquat die vielfältigen Anforderungen aus allen genannten Einsatzbereichen.

Weg-Bereiter ...

Die Sandwichbauweise der einzigartigen Fugenprofile ermöglicht bei geringen Profildicken von ca. 20 mm sehr hohe Druckfestigkeiten von größer 80 N/mm² und Biegezugfestigkeiten von 60 N/mm².

Der Temperaturexpansionskoeffizient der Fugenprofile ist ähnlich der der aufgetragenen/angrenzenden Beschichtung beziehungsweise des angrenzenden Betons. Standardisierte Produktionsabläufe gewährleisten eine gleichbleibende Qualität der Produkte. Alle Fugenprofile sind bei Auslieferung verarbeitungsfertig und können rasch verbaut werden.

... für alle Fälle ...

Die Anforderungen in den einzelnen Einsatzgebieten sind teilweise sehr unterschiedlich, je-

doch muss immer die Bewegung der Bauteile zueinander gewährleistet sein. Im Bereich Parkbauten müssen die Fugenübergänge bei maximaler Bewegungsaufnahme dauerhaft belastbar, wasserdicht und chloridbeständig ausgeführt werden.

Bei Industriebauten kommt es aufgrund der hohen Beanspruchung und sehr hohen Punktlasten vor allem auf die dauerhafte Belastbarkeit und vibrationsarme Überfahrbarkeit der Fugenübergänge insbesondere auch durch Flurförderfahrzeuge an.

... und lange Zeit

Alle FloorBridge® Fugenprofile sind metallfrei und damit garantiert dauerhaft rostfrei. Durch die Montage mit einem eigens formulierten Kunstharzkleber werden auch Schraubverbindungen und Verdübelungen aus Metall hinfallig.

Alle Fugenprofil-Typen können geschliffen und überbeschichtet werden. Das bedeutet in der Praxis, dass die Fugenprofile dem Fugenübergang im Bauwerk nachträglich angepasst werden können und sich nahtlos in die Abdichtung/Beschichtung einfügen. Somit entsteht ein fließender Übergang an den Fugenrändern und die FloorBridge® Fugenprofile werden direkter Bestandteil des Bauwerks. ■

i FloorBridge International GmbH,
A-Feldkirchen/Donau
☎ +43 72 33 20-030
@ office@floorbridge.com
🌐 www.floorbridge.com



Bewegungsfugenprofil FloorBridge® WGX 20/50 für Industriebauten nach Fertigstellung

FloorBridge-Profil in Tiefgarage mit OS8-Beschichtung



Standards für Carbonbeton

Vielseitige Carbonbewehrungen für Sanierung und Neubau

Innovative und alternative Bauprodukte sind gefragt und nehmen vor dem Hintergrund der immer größer werdenden geforderten Nachhaltigkeit im Bauwesen einen großen Stellenwert ein. Carbonbewehrungen und Carbonbeton bietet für Sanierung und Neubau neue Lösungen und ein enormes Anwendungspotenzial.

CO₂-Einsparung, Ressourcenschonung sowie Ressourcenerhalt gewinnen sowohl bei der Sanierung als auch im Neubau immer mehr an Bedeutung. Einen zukunftsweisenden Beitrag leistet hier Carbonbeton als klima- und ressourcenschonender Verbundwerkstoff.

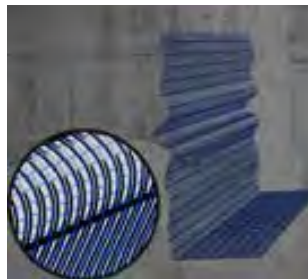
Neben der CO₂-Reduktion um bis zu ca. 80 % liegen die wesentlichen Vorteile in der Kosteneinsparung, der schnelleren Ausführung und einfacheren Verarbeitung sowie dem geringeren Materialeinsatz und der deutlich verlängerten Nutzungsdauer.

Kostengünstige Carbongitter und Carbonkörbe

Die Firma rothycon hat mit Partnern Standards für Carbonbeton entwickelt, wodurch die Bewehrungstechnologie mit Carbongittern und Carbonkörben großvolumig und kostengünstig in der Baubranche angeboten werden kann. Nicht nur Beton, sondern auch andere Matrices lassen sich mit Carbonstrukturen bewehren.

Nach Kundenanforderung entwickelt und visualisiert rothycon die passenden Carbonbewehrungen, geht dann in Abstimmung mit dem Kunden in die Prototypenentwicklung

Entwicklung und Visualisierung – Kanal- und Tunnel-sanierung (o.), Freiformwinkel (u.)



und nach erfolgreicher Testphase in die Serienproduktion.

Carbonfaser-Verbundbauweise

Ein aktuelles Beispiel sind innovative Fugenprofile in Carbonfaser-Verbundbauweise, die für den Neubau und die Sanierungen von Park- und Industriebauten große Vorteile mit sich bringen. Böden in Parkhäusern oder Industriebauten sind besonderen Beanspruchungen infolge hoher Punktlasten oder dauerhaft hoher Belastung ausgesetzt. Eine Schwachstelle sind hier die Dehnungsfugen. Die innovativen FloorBridge® Fugenprofile in Carbonfaser-Verbundbauweise ermöglichen bei geringer Profildicke sehr hohe Druck- und Biegezugfestigkeiten

und können ohne Schraubverbindungen nahtlos eingefügt werden. Das inhabergeführte Unternehmen FloorBridge International GmbH stellt bereits seit 2012 Fugenprofile für Bauwerks-, Bewegungs- und Arbeitsfugen in Carbonfaser-Verbundbauweise in Österreich her. Durch diese patentierte und einzigartige Technologie können die vielfältigen Anforderungen aus den einzelnen oben genannten Einsatzbereichen adäquat gelöst werden.

Die Zukunft bauen

Roy Thyroff, Inhaber seines Beratungsunternehmens rothycon, hat bereits zu Beginn der Carbontechnologie für die Überführung in die Industrie gesorgt und erste große Projekte mit Carbonbeton initiiert wie Silosanierungen, Brückensanierungen und Fassadengestaltungen.

Seit September 2020 ist Roy Thyroff auch als Netzwerkgeschäftsführer des CU Bau aktiv. „Unser Ziel ist, dass die gesamte Bauwirtschaft – Architekten, Planer, Bauingenieure, Zulassungsstellen sowie Bauunternehmen – Bauprodukte mit faserverstärkter Beton- und Polymermatrix mit entsprechenden Zulassungen einsetzen“, so Roy Thyroff. ■

 rothycon
ROY THYROFF CONSULTING,
Naila
Roy Thyroff
☎ +49 9282 98 45 65-0
@ contact@rothycon.com
🌐 www.rothycon.com

Fachkräfte für morgen

Duales Mechatronik-Studium mit Schwerpunkt Faserverbund



„Kunststofftechnik und Faserverbundtechnologie“ heißt der neuen Schwerpunkt im Studiengang Ingenieurwesen Mechatronik DUAL an der hochschule 21 in Buxtehude. Die Vertiefungsrichtung ist speziell auf die kunststoffverarbeitende Industrie ausgelegt.

Das Thema Faserverbund ist keinesfalls neu an der niedersächsischen hochschule21 (hs21). Materialtests mit CFK stehen schon lange auf dem Lehrplan. Das duale Mechatronik-Studium bietet die staatlich anerkannte Fachhochschule seit dem Jahr 2009 an. Die Fachrichtung kombiniert die drei Ingenieurdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik.

Im dualen Prinzip verbringen die Studierenden pro Semester drei Monate in der Hochschule und anschließend drei Monate beim Praxispartner. Über alle Fachbereiche hinweg arbeitet die hs21 dafür mit mehr als 1.000 Unternehmen zusammen, darunter viele KMU, aber auch größere Firmen wie Airbus, die Hamburger Hafen und Logistik HHLA und Eurogate.

Mehrwert für Unternehmen

Den neuen Schwerpunkt Kunststofftechnik und Faserverbundtechnologie können Studierende in Absprache mit dem jeweiligen Praxisunternehmen ab dem Wintersemester 2021/22 wählen. In Vorlesungen, Laborübungen und Co. eignen sie sich Grundlagenwissen der Mechatronik

an, belegen aber auch Kurse wie BWL und Projektmanagement. Die praktischen Übungen der Schwerpunktmodule sollen in Stadien durchgeführt werden.

Zum Abschluss des Studiums erhalten die Studierenden den Bachelor of Engineering und die Ingenieur-Urkunde der Ingenieurkammer Niedersachsen. Absolventinnen und Absolventen des neuen Schwerpunkts kennen sich mit den Verbundwerkstoffen für den Leichtbau aus – besonders auch im Hinblick auf Verarbeitung, Automatisierung und Wirtschaftlichkeit.

„Wir bereiten die Studierenden gezielt auf die Zeiten im Unternehmen vor. Die langen Praxisphasen bieten auch für unsere Partner einen hohen Mehrwert, da die angehenden Fachkräfte vollständig und qualifiziert in Projekte eingebunden werden können“, unterstreicht Studiengangsleiter Prof. Dr.-Ing. Ulrich Panten.

Bekanntes Terrain

„Im Rahmen der Praxisphasen arbeiten die Studierenden an anspruchsvollen Aufgaben“, stellt auch Prof. Dr.-Ing. Thorsten Hermes fest, Vizepräsident und Fachbereichsleiter Technik der hs21. „Daraus können sich attraktive F&E-Projekte entwickeln, die wir sehr gerne in Kooperation mit Partnern aus der Industrie umsetzen. Die verlässliche Zusammenarbeit zeigt sich nicht nur durch die erfolgreiche Bearbeitung der jeweiligen Projekte, sondern insbesondere auch

durch das einheitlich positive Feedback der Praxispartner über die Qualität der Lehre.“

Beispielsweise wirkte der hs21-Fachbereich Technik gemeinsam mit der JH Aircraft GmbH und der AMM Enterprise GmbH im Rahmen eines gemeinschaftlichen F&E-Projekts bei der Entwicklung des Leichtflugzeugs Corsair mit. Nur 35 Kilogramm betrug

letztlich das Gewicht von Rumpf und Tragfläche dieses Flugzeugs aus Kohlefaser. Das Projekt entwickelte neue Kunststoffe für den Formenbau und wies ausreichende Festigkeiten an Strukturteilen nach. ■

Studienobjekt
Corsair – Hochleistungsflugzeug mit
120 kg Leergewicht



Aktuelle Forschungsprojekte:

- Jugend macht MI(N)T! (JuMaMi)
- Autonomer Obstplantagenhelfer Altes Land (AurOrA)
- Inspektionsroboter für Beschleunigeranlagen (InRoBa)



hochschule21 gGmbH (hs21), Buxtehude
Prof. Dr.-Ing. Thorsten Hermes, Vizepräsident und Fachbereichsleitung Technik
☎ +49 4161 648-161
@ hermes@hs21.de
🌐 www.hs21.de

Mehr Ingenieure im Norden

Erweitertes Studienangebot: Internationalisierung der Masterstudiengänge wird weiter ausgebaut

Am Hansecampus der PFH, der Private University of Applied Sciences, in Niedersachsen werden seit dem Jahr 2006 Studierende mit ingenieurwissenschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Schwerpunkten ausgebildet. Im Zuge der kontinuierlichen Erweiterung des Studienangebotes entwickelt sich der Standort zunehmend zu einem internationalen Campus mit hoher Reputation.

Die PFH – Private University of Applied Sciences wurde 1995 vom Niedersächsischen Wissenschaftsministerium anerkannt und ist somit die älteste private, staatlich anerkannte Hochschule Niedersachsens. Am Hansecampus Stade der PFH werden unter anderem die beiden Studiengänge B.Eng. „Lightweight Engineering & Composites“ und M.Sc. „Lightweight Engineering & Composites“ angeboten. Die im Oktober 2020 reakkreditierten Studiengänge sind eine Weiterentwicklung der seit 2006 angebotenen Bachelor- und Master-Studiengänge der Fachrichtung „Verbundwerkstoffe / Composites“.

Der Master-Studiengang „Lightweight Engineering & Composites“ wird vollständig in englischer Sprache durchgeführt, so dass sich das Studienangebot einer zunehmenden Beliebtheit im außereuropäischen Ausland erfreut. Dazu trägt auch das Leitbild „Praxis studieren“ bei, das über zahlreiche Kooperationen mit Industrie- und Forschungspartnern gelebt wird.

International gefragt

Vor dem Hintergrund ihrer langjährigen Erfahrung und der zahlreichen internationalen Ko-

operationen erweitert die PFH ihr Studienangebot um zunächst zwei weitere Master-Studiengänge mit ingenieurwissenschaftlichem Schwerpunkt. Der Fokus liegt auf den Fachgebieten „Industrial Engineering“ und „Digitalization & Automation“. Zentrale Themen einer zweiten Erweiterungsstufe werden aktuelle Megatrends wie Sustainability und New Mobility sein.

Zielgruppe der Studiengänge sind Menschen mit ingenieurwissenschaftlichem Interesse, die Lösungsansätze für die künftigen technischen Herausforderungen aktiv mitgestalten wollen.

Individuell betreut

Studiert wird in kleinen Gruppen mit individueller Betreuung. Das Angebot ist so konzipiert, dass es in hybrider Form durchführbar ist, also aus Präsenzvorlesungen in den Räumen der PFH und aus internetbasierten Vorlesungen in einem virtuellen Raum bestehen kann.

Dieser etablierte Studienaufbau ermöglicht eine schnelle Reaktion auf äußere Gegebenheiten wie die aktuelle Covid-19-Pandemie. So kann der Studienbetrieb auch unter veränderten Rahmenbedingungen mit gewohnt hoher Qualität aufrechterhalten werden. ■



Die PFH gehört seit 2019 zur Galileo Global Education Gruppe (GGE), Europas größter Gruppe privater Hochschulen. Weitere GGE-Mitglieder sind etwa die Paris School of Business (PSB), Cours Florent und Strate College in Frankreich, die Hochschule Macromedia in Deutschland sowie Istituto Marangoni und NABA in Italien, insgesamt 42 Bildungsmarken. An 85 Standorten in 13 Ländern werden rund 120.000 Studierende betreut.

Durch die Ausbildung von qualifiziertem Führungskräfte-Nachwuchs leistet die PFH seit mehr als 25 Jahren einen Beitrag zur Sicherung von Wissenschafts- und Wirtschaftsstandorten im nationalen und internationalen Umfeld. Diese Ansprüche setzt die PFH durch Praxisorientierung, Internationalität und die Entwicklung innovativer Lehrangebote um.

Aktuell sind an der PFH mehr als 4.000 Studierende in einem der 32 Studienangebote in Management, Ingenieurwissenschaften, Wirtschafts-/Psychologie, Wirtschaftsrecht, Technologie oder in Healthcare Technology eingeschrieben. Sie studieren an einem der beiden Campusorte in Göttingen und Stade oder an einem der Fernstudienzentren.



More engineers in the north

Expanded range of engineering studies: Internationalization of master's degree programmes to be further expanded

The Hansecampus of PFH – Private University of Applied Sciences in Lower Saxony has been educating students with a focus on engineering and business administration since 2006. In the course of the continuous expansion of the range of courses offered, the location is increasingly developing into an international campus with a high reputation.

PFH – Private University of Applied Sciences was recognised by the Lower Saxony Ministry of Science in 1995. This approval makes PFH the oldest private, state-recognised university in Lower Saxony.

PFH's Hansecampus Stade offers, among others, the two study programmes B.Eng. „Lightweight Engineering & Composites“ and M.Sc. „Lightweight Engineering & Composites“. The courses, which were re-accredited in October 2020, are a further development of the Bachelor's and Master's courses in „Composite Materials“ offered since 2006.

The Master's program „Lightweight Engineering & Composites“ is conducted entirely in English, so that the range of courses is enjoying increasing popularity outside Europe. This is also due to the guiding principle of „studying in practice“, which is put into practice through numerous co-operations with industrial and research partners.

Cosmopolitan demand

Against the background its experience and numerous international collaborations, PFH will expand the range of courses on offer to initially include two further Master's programmes with an engineering focus. The focus is on the specialist areas of „Industrial Engineering“ and „Digitalization & Automation“.

Central topics of a second expansion stage will be current megatrends

Internationale Studenten an der PFH, Hansecampus Stade

International students at PFH, Hansecampus Stade

such as sustainability and new mobility. The target group of the degree programmes are individuals with an interest in engineering who want to actively take part in shaping solutions for future technological challenges.

Distinctly coached

Aimed at small groups with individual support, the study programme is designed to be feasible in a hybrid form. Through this option, the study programme can consist of face-to-face lectures on the PFH premises and internet-based lectures in a virtual room.

This didactic approach, which is already well established at PFH, enables a rapid response to external circumstances such as the current Covid 19 pandemic, so that study operations can be maintained with the usual high quality even under changing conditions. ■



In 2019, PFH became part of the Galileo Global Education (GGE) Group, Europe's largest private higher education group. GGE includes universities such as the Paris School of Business (PSB), Cours Florent and Strate College in France, the Macromedia University of Applied Sciences in Germany as well as the Istituto Marangoni and NABA in Italy, 42 brands altogether. At 85 campuses in 13 countries GGE serves some 120,000 students.

Through training of qualified future managers, PFH has been making its contribution to securing academic and business locations in the national and international environment for over 25 years. PFH meets these demands through practical orientation, international outlook and innovative teaching programmes.

Currently, more than 4,000 students are enrolled in one of the 32 PFH study programmes in management, engineering, psychology, business law, technology or healthcare technology. They study at one of the two campuses in Göttingen and Stade or at one of the distance learning centres.



PFH Private University of Applied Sciences, Stade

Prof. Dr.-Ing. Wilm Unckenbold,
Vizepräsident | Vice President

+49 4141 79 67-0

@ stade-studieninfo@pfh.de

www.pfh.de



Höchste Materialeffizienz

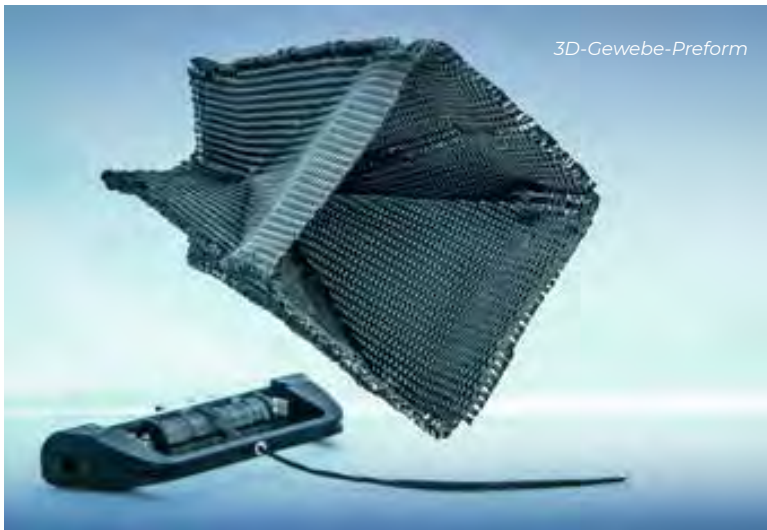
Mit 3D-Webtechnik zu verschnittfrei gefertigten Keramikfaser-Preformen

In Verbindung mit passend entwickelter Fadenbeschichtung und Webmaschine bietet die 3D-Webtechnik ein hohes Potenzial für verschnittfrei gefertigte Keramikfaser-Preformen. Diese bilden die Basis für faserverstärkte Keramikbauteile, zum Beispiel als Brenner in Öfen und als Turbinenschaufeln.

Die zugrunde liegende Forschung fand am ITM, dem Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der Technischen Universität Dresden, statt. Mit den hier entwickelten Lösungen bietet die 3D-Webtechnik ein sehr hohes Potenzial für eine direkte, verschnittfreie und endkonturgerechte Fertigung von komplexen 3D-Preformen. Gerade bei kostenintensiven Werkstoffen wie Keramikfasern führt die Einsparung von Material und bisher notwendigen Prefoming-Schritten zu enormen wirtschaftlichen Vorteilen.

3D-Webtechnik

Für die CAE-gestützte Fertigung von 3D-Carbonfaser-Preformen wurden unter anderem Mehrlagengewebe, Konturgewebe, sphärisch gekrümmte Gewebe, Schlauchgewebe und gewebte Knotenstrukturen erfolgreich entwickelt. Die prozesssichere und schädigungsarme Verarbeitung von deutlich empfindlicheren keramischen Fasern zu komplexen 3D-Preformen erfordert darüber hinaus ein umfassendes technologisches Know-how und neue technisch/technologische Lösungen.



3D-Gewebe-Preform



Keramikfaser-Gewebe

Beschichtete Keramikfasern

In einer ersten Entwicklungsstufe wurden nichtoxidische Keramikfasern (Tyranno SA3-SIF-08PX) und oxidische Keramikfasern (CeraFib99) analysiert. Die Fasern zeichnen sich durch sehr gute Zugfestigkeit aus. Sie sind jedoch durch ihre sehr geringe Querverfestigung und hohe Sprödigkeit extrem empfindlich gegen Radialdruck und Biegung (Fadenumlenkung). Dadurch sind diese Werkstoffe deutlich schwerer zu verarbeiten als Carbonfasern.

Um das Verarbeitungsverhalten zu verbessern, wurden nasschemische Beschichtungen mit 1 – 3 % Feststoffgehalt getestet (synthetisches Latex und Gelatine). Die Beschichtung soll die Fasern punktuell miteinander verkleben (Verteilung von Radialdruckkräften), aber die Bewegung zwischen den Fasern noch zulassen (Fadenbiegung). Wie wirksam die Beschichtung ist, lässt sich mit mithilfe eines eigens entwickelten visuellen und quantifizierbaren Schnelltests sehr gut bewerten. Die Untersuchungen bestätigen an den beschichteten keramischen Fasern ein deutlich verbessertes Verarbeitungsverhalten.

Webtechnische Verarbeitung

Die Dornier-Greiferwebtechnik erlaubt durch den Schusseintrag mittels Greifer die hocheffiziente Fertigung von ein- und mehrlagigen Gewebepanzen. Die Mageba-Steckschützenteknik eignet sich durch den Schusseintrag mittels Spulenschützen hervorragend für die direkte, verschnittfreie Herstellung komplexer 3D-Gewebe-preformen. Erste Versuche mit beiden

Techniken zeigen bereits, dass es grundsätzlich möglich ist, Keramikfasern auf Webmaschinen zu verarbeiten.

Das 3D-Weben führt jedoch im Vergleich zur etablierten Fertigung ebener Keramikgewebe mit Leinwand-, Köper- oder Atlasbindung zu deutlich höheren Fadenbeanspruchungen. Um Preformen auf Basis von 3D-gewebten Keramikfasern erfolgreich umsetzen zu können, müssen daher künftig Beschichtungen und neue webtechnische Lösungen entwickelt werden. Das betrifft Beschichtungsmittel und -technologie, die Fadenführung von der Spule zur Webstelle, die Fachbildung und auch die Schussfadenverarbeitung. ■

i Technische Universität Dresden, Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM)
Dr.-Ing. Gerald Hoffmann
 +49 351 463-352 39
 @ gerald.hoffmann@tu-dresden.de
 www.tu-dresden.de/mw/itm



Mageba-Steckschützenwebmaschine



Your Performance – Made by Roth

- > Mehr als 550 Maschinen weltweit seit 1963
- > Zertifizierter Weltmarktführer
- > Kundenspezifische, innovative Maschinenkonzepte
- > Vollautomatische Produktionslinien
- > Geringer Wartungsaufwand, Langlebigkeit und Zuverlässigkeit
- > Persönliche Ansprechpartner für höchste Servicequalität



Roth Composite Machinery GmbH

Filament Winding & Prepreg Maschinen • Bauhofstr. 2 • 35239 Steffenberg • Deutschland
 Tel. 06464/9150-0 • Fax 06464/9150-50

www.roth-composite-machinery.com • info@roth-composite-machinery.com



In der Klemme

Effiziente Prüfung imprägnierter Rovings ohne Klemmbrüche

Eine neu entwickelte Methode soll die Prüfung von Verstärkungsrovings aus Glas und Carbon vereinfachen. Sie basiert auf einer neuen Klemmgeometrie, die das Prüfen von Rovings ohne Kraftereinleitungselemente aus Pappe oder Harz erlaubt. Das Forschungsvorhaben befindet sich bereits in der Prototypen-Phase.

Faserverstärkte Kunststoffe (FVK) gelten im Sinne des Leichtbaus als eine der Schlüsseltechnologien zur Begegnung aktueller, globaler Probleme wie dem Klimawandel. Eine zentrale Herausforderung bei der Auslegung von FVK-Bauteilen ist die vorhergehende Materialcharakterisierung durch umfassendes Testing.

Faserkennwerte können mit verschiedenen Methoden auf unterschiedlichen Ebenen ermittelt werden. Insbesondere die Ermittlung von Kennwerten am imprägnierten Roving eignet sich zur produktionsbegleitenden Qualitätskontrolle, zur Eingangskontrolle oder zur explorativen Untersuchung unterschiedlicher Faser-Matrix-Kombinationen. Bestehende Verfahren weisen derzeit allerdings einige Defizite auf, die sie umständlich, zeitaufwändig und somit ineffizient machen.

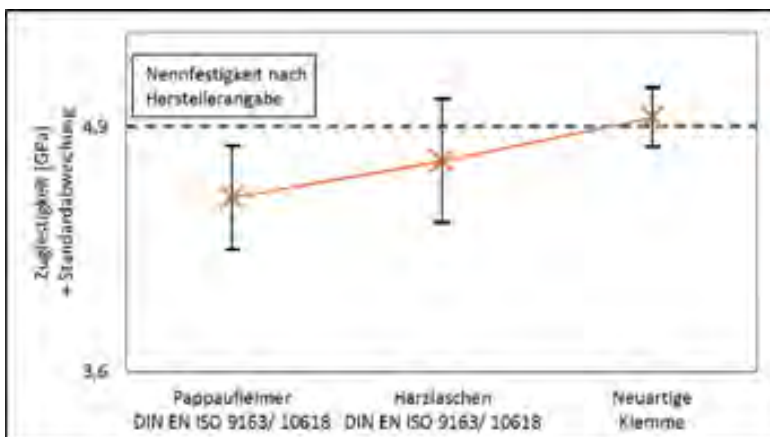
Motivation

Die Prüfung von imprägnierten Rovings stellt den kleinsten verfügbaren „Composite-Test“ dar und ist ein fester Bestandteil jeder Faser- und FVK-Bauteilentwicklung. Die Durchführung wird in mehreren Normen mit wechselhaftem Detailgrad beschrieben. All diese Verfahren



Das Forschungsvorhaben ZF4746602DN9 der AiF Projekt GmbH, Berlin, wird im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Vergleich der Ergebnisse von Zugfestigkeitsbestimmungen an T700S-Rovings (Toray Industries) mit den aktuellen Standardmethoden und der Neuentwicklung



prägt das Anbringen von Kraftereinleitungselementen (KEE) und die anschließende Prüfung in einer Universalklemme.

Diese Methode erfordert Probenpräparationszeiten von mehreren Tagen und viel Erfahrung, um eine gleichbleibende Probenqualität zu gewährleisten. Ausgedehnte Vorversuchsreihen zeigen weiterhin, dass die Prüfkörper an den Kraftereinleitungselementen zu Klemmbrüchen neigen. Die Prüfergebnisse werden hierdurch unbrauchbar und nicht auswertbar.

Rovingprüfplattform

Um den Defiziten der bisherigen Prüfmethode zu begegnen, wird im Rahmen eines öffentlich geförderten Projektes eine innovative Klemmgeometrie entwickelt. Die damit befasste Projektgruppe setzt sich zusammen aus Mitgliedern des Instituts für Textiltechnik der RWTH Aachen University und des Berliner Testlabors Grasse Zur.

Das neuartige Klemmkonzept soll Rovings aus Glas und Carbon bis zu einer Feinheit von 4800 tex prüfen können und bedient sich aufsteckbarer Hülsenprofile zur Kraftereinleitung. Die Klemmgeometrie wird durch eine Kombination aus analytischer Berechnung und Simulation ermittelt. Frühere Simulationen zeigten, dass die Einleitung der Klemmkraft in den Rovingquerschnitt eine große Herausforderung darstellt.

Neuartiges Klemmkonzept

Bei den derzeitigen Prüfungen mit einer Prototypen-Klemme können die Ergebnisse der Referenzmethoden erreicht bzw. übertroffen werden (s. Abb.). Die Probenvorbereitungszeit der Prüfkörper verkürzt sich durch das innovative Klemmkonzept auf wenige Minuten, da Aushärtphasen der Kraftereinleitungselemente wegfallen. Die finale Entwicklung sowie weitere Validierungs- und Parameterstudien erfolgen im Laufe des Jahres.

Eine Markteinführung sowie Normung von Prüfplattform und Methode werden 2022/23 angestrebt. ■

Clamped taut

Efficient testing of impregnated rovings without tab fracture

A new test method is being developed to simplify the testing of reinforcing rovings made of glass and carbon. This is based on a new clamp geometry that allows rovings to be tested without force introduction elements made of cardboard or resin. The research project is currently in the prototype phase.

In terms of lightweight construction, fiber-reinforced plastics (FRP) are regarded as one of the key technologies for tackling current global problems such as climate change. A central challenge in the design of FRP components is the prior material characterization through comprehensive testing.

Fiber properties can be determined using various methods at different levels. In particular, the determination of characteristic values on the impregnated roving is suitable for quality control during production, for incoming inspection or for exploratory investigation of different fiber-matrix combinations. However, existing methods for testing impregnated rovings currently have some deficiencies that make them cumbersome, time-consuming and thus inefficient.

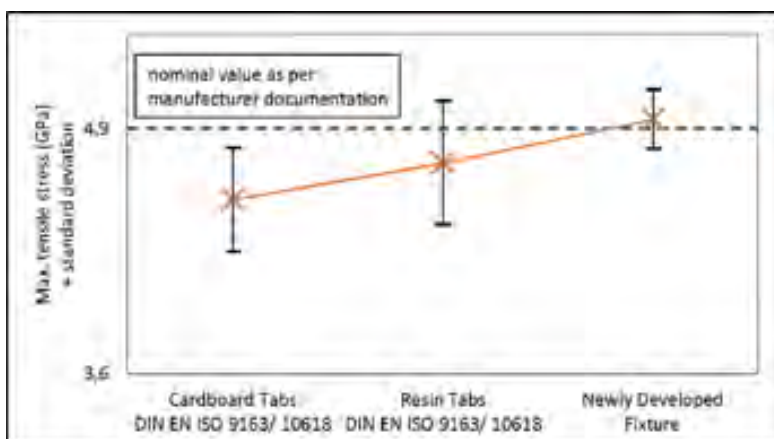
Motivation

Testing of impregnated rovings represents the smallest available „composite test“ and is an integral part of any fiber and FRP component development. The performance is described in several standards with varying degrees of detail. All these procedures are characterized by the application of force application elements (KEE)



The research project ZF4746602DN9 of AiF Projekt GmbH, Berlin is funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy within the framework of the Central Innovation Program for SMEs (ZIM) based on a resolution of the German Bundestag.

Comparison of tensile strength test results on T700S rovings (Toray Industries) with current standard methods and the new development.



and subsequent testing in a universal clamp. This method requires long specimen preparation times of several days and a high level of experience to ensure consistent specimen quality. Extensive preliminary test series also show that the test specimens are prone to tab fractures at the FAEs. This renders the test results unusable and unevaluable.

Roving test platform

To address the shortcomings of the current test methods, a project group, consisting of members of the Institute of Textile Technology at RWTH Aachen University and the Berlin based Grasse Zur test laboratory, is developing an innovative clamping geometry as part of a publicly funded project.

The novel clamping concept is said to be able to test rovings made of glass and carbon up to a fineness of 4800 tex and makes use of attachable sleeve profiles for force application. The clamping geometry is determined by a combination of analytical calculation and simulation. The simulations show that the introduction of the clamping force into the roving cross-section is a major challenge.

Novel clamping concept

In the current tests with a prototype clamp, the results of the reference methods can be achieved or exceeded (ref. fig.). The sample preparation time of the test specimens is reduced to a few minutes by the innovative clamping concept, since curing phases of the force introduction elements are cut down. Final development and further validation and parameter studies will be carried out in the course of the year.

A market launch as well as standardization of the test platform and method are targeted in 2022/23.

i Grasse Zur Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin
Robert Reinhold, M. Sc.
 +49 30 779 07 91-60
 robert.reinhold@grassezur.de
 www.grassezur.de

Abperlen lassen

Adhäsionsminderung in der Kunststoffverarbeitung durch lasergenerierte Mikrostrukturierung

Das Fraunhofer IWU entwickelt in Wolfsburg und Chemnitz eine Mikrostrukturierung, die ein Laser auf einer Stahloberfläche erzeugt und die eine Minderung der Adhäsionskraft zwischen Stahl und thermoplastischem Kunststoff im Verarbeitungsprozess bewirkt.

Bei der Herstellung von Kunststoff- oder FKV-Bauteilen werden so gut wie immer Kunststoff und eine Stahloberfläche im Prozess aufeinandergepresst, entweder durch den inneren Druck der Kunststoffschmelze (Beispiel Spritzgießen) oder infolge eines (äußeren) Pressens der Werkzeugoberflächen bzw. Stahlbänder (Beispiel Kalandrieren). Ein Ansatz, die Adhäsion zwischen Kunststoff und Stahloberfläche so gering wie möglich zu halten, ist die Strukturierung der Stahloberfläche mittels Kurzpuls- und Ultrakurzpuls-Laser (Abb. 1).

Eine geringe Adhäsionskraft beim Lösen des Kunststoffes von der Stahloberfläche reduziert beispielsweise die Entformungskraft und verhindert Anhaftungen des Kunststoffes an der Stahloberfläche. Zur Verringerung der Adhäsionskräfte zwischen Kunststoff- und Werkzeugoberfläche werden in Produktionsprozessen bisher Trennmittel eingesetzt, die vor Prozessstart auf die Oberfläche des Werkzeuges aufgetragen werden.



Abb. 1: Laserbasierte Oberflächenbehandlung von Stahl

Fig. 1: Laser-based surface treatment of steel

Mehrere Hürden, ...

Die Verwendung von Trennmitteln im Prozess hat ökologische und ökonomische Nachteile. Die Trennmittel bestehen zumeist aus öligen Substanzen, Silikonem oder Kohlenwasserstoffen, ihre Umweltverträglichkeit ist daher als kritisch anzusehen. Dies erschwert somit nicht nur den Umgang und die Arbeit mit diesen Trennmitteln, sondern auch die Entsorgung von Rückständen.

Prozessintern erhöht das Besprühen der Werkzeugoberflächen und das anschließende Trocknen des Trennmittels vor dem Verarbeiten des Kunststoffes die Taktzeiten im Spritzguss erheblich und führt dazu, dass eine regelmäßige Grundreinigung erforderlich ist. Des Weiteren müssen Trennmittelrückstände von der Produktoberfläche durch einen aufwändigen oberflächlichen Abtrag entfernt werden, um anschließende Oberflächenbehandlungen, Fügen oder Lackieren zu ermöglichen. In der Organoblechproduktion beeinflussen Trennmittel die Haftfestigkeit zwischen den einzelnen Lagen negativ.

... eine Lösung

Im Rahmen des Projekts KuMiLotos (Adhäsionsminderung in der Kunststoffverarbeitung mittels lasergenerierter Mikrostrukturierung inspiriert durch den Lotoseffekt, gefördert vom BM-BF, Förder-Kz. 13XP5149) wird zur Adhäsionsminderung die Funktionsweise des Lotoseffekts genutzt. Er beruht auf der geringen Benetzbarkeit einer Oberfläche. Die metallischen Oberflächen werden mit einem Laser bearbeitet, um eine strukturierte Oberfläche zu erzeugen (Abb. 2). Die grundsätzliche Wirkweise und Wirkung wurden bereits in Vorversuchen nachgewiesen. Die weitere Optimierung hinsichtlich der Adhäsion sowie Analysen und Anpassungen zur Standzeit werden in den nächsten Monaten im Rahmen des öffentlich geförderten Projektes durchgeführt. Dabei werden etwa die geometrischen Formen, ihr Abstand zueinander oder die Größe der Formen variiert.

Die Übertragung der Technologie auf weitere Anwendungsfälle wird ebenfalls untersucht. Alternative Lösungen zur Adhäsionsminderung wie die kontinuierliche Plasmabehandlung der Stahlbandoberfläche von Kalandrieranlagen zur Organoblechproduktion sollen in separaten Projekten untersucht werden (Abb. 3). ■

Let it roll-off

Adhesion reduction in plastics processing by means of laser-generated microstructuring

In Wolfsburg and Chemnitz, the Fraunhofer IWU is developing a micro-structuring that is produced on a steel surface by means of a laser and causes a reduction in the adhesion force between steel and thermoplastic during processing.

When producing plastic or FRP components almost always plastic and a steel surface are pressed together, either due to the internal pressure of the plastic melt (e.g. in injection moulding) or as a result of an (external) pressing of the mould surfaces or steel strips (e.g. in calendering). One approach to keep the adhesion between plastic and steel surface as low as possible is structuring the steel surface by means of short-pulse and ultrashort-pulse lasers (fig. 1).

When detaching plastic from steel, a low adhesion force reduces, for example, the demoulding force and prevents adhesion of the plastic to the steel surface. To reduce the adhesion forces between the plastic and the mould surface, up to now release agents have been used, which are applied to the mould surface in advance.

Several obstacles, ...

The use of release agents in the process has ecological as well as economical disadvantages. The release agents mostly consist of oily substances, silicones and hydrocarbons, therefore the environmental compatibility is to be regarded as critical. This not only makes it more difficult to handle or work with these release agents, but also to dispose of residues.

In addition spraying the mould surfaces and then waiting for it to dry considerably increases the cycle times in injection moulding and re-

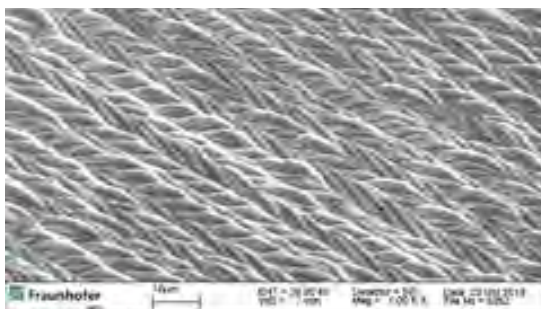


Abb. 2: Aufnahme eines Rasterelektronenmikroskops der mikrostrukturierten Oberfläche

Fig. 2: Electron microscope image of the microstructured surface

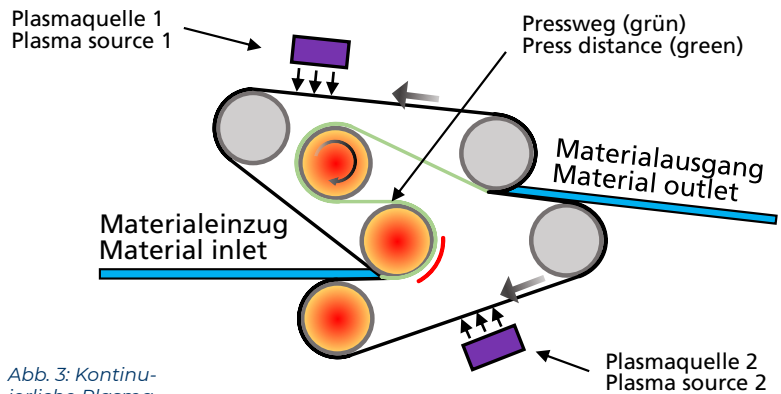


Abb. 3: Kontinuierliche Plasma-behandlung einer Kalandrieranlage zur Organoblechproduktion

Fig. 3: Continuous plasma treatment of a calendering line for organic sheet production.

sults in the need for regular basic cleaning. Furthermore, release agent residues must be removed from the product to enable subsequent surface treatments, joining or painting. In organic sheet production, the use of release agents negatively influences the adhesive strength between the individual layers.

... one solution

For reducing adhesion the KuMiLotos project uses the lotus effect, which is based on the low wettability of a surface. So the metal is processed with a laser to create a structured surface (fig. 2). The basic modes of action and effect have already been proven in preliminary tests. Further optimisation with regard to adhesion as well as analyses and adjustments to the service life will be carried out in the next few months as part of the publicly funded project. For example, the geometric shapes or their distance from each other or the size of the shapes will be varied.

The transfer of the technology to other applications is also being investigated. Alternative solutions for adhesion reduction such as continuous plasma treatment of the steel strip surface of calendering lines for organic sheet production will be investigated in separate projects (fig. 3).



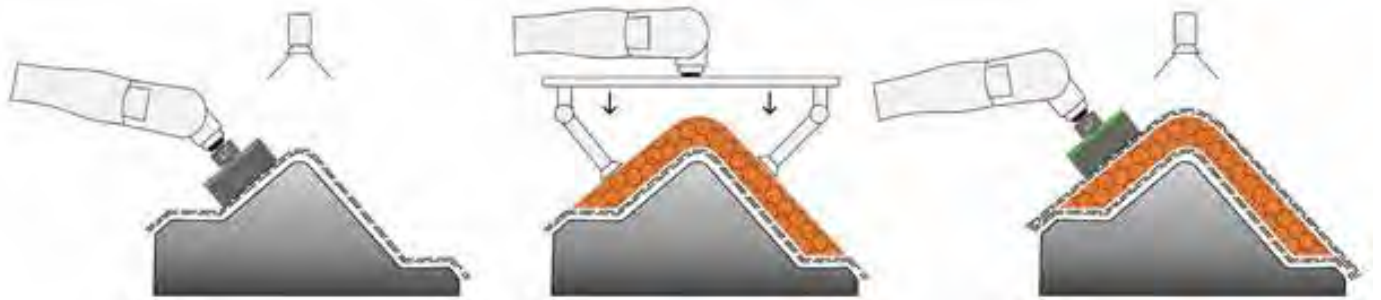
KuMiLotos project deals with „Adhesion reduction in plastics processing using laser-generated microstructuring inspired by the lotus effect“ and is funded by the German BMBF.

i Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
 www.iwu.fraunhofer.de

Alexander Husemann M.Sc., Wiss. Mitarbeiter
 Fraunhofer-Projektzentrum Wolfsburg
 +49 172 149 00 13
 @ alexander.husemann@iwu.fraunhofer.de
Eric Gärtner M.Eng., Wiss. Mitarbeiter
 IWU, Chemnitz
 +49 371 53 97-19 73
 @ eric.gaernter@iwu.fraunhofer.de

Lightweight Sandwich

Neues Verbund-Projekt MAI ACoSaLUS entwickelt automatisiertes Composite Sandwich Lay-Up System



Gemeinsam mit GKN Aerospace Deutschland GmbH, TUM – Lehrstuhl für Carbon Composites, SGL Carbon und der Hochschule Augsburg startet der Münchner Automations-Spezialist Cevotec das F&E-Projekt MAI ACoSaLUS zur vollautomatisierten Produktion von Composite-Sandwich-Bauteilen.

Um Emissionen in der Luft- und Raumfahrtindustrie zu reduzieren, werden verstärkt Faser-verbundwerkstoffen (FVW) und Sandwichstrukturen verwendet. Doch bis heute sind letztere in hohem Maße abhängig von manueller Arbeit und mehrfachen, nachträglichen Prüfschritten, um die Einhaltung der engen Qualitätsvorgaben zu gewährleisten.

Mehr Output, weniger Handarbeit

Durch die Weiterentwicklung des automatisierten Fiber Patch Placement (FPP) Lay-up Prozesses mit weiterentwickelten On-Line-Inspektionsmöglichkeiten will Cevotec die Produktion dieser Komponenten kostengünstiger, effizienter und besser kontrollierbar machen.

„FPP ist einzigartig in der Fähigkeit, Fasern auf Oberflächen mit mehrfachen Krümmungen zu legen. Wir wollen dies auf das automatisierte Legen kompletter Sandwich-Bauteile, einschließlich der Kernmaterialien, ausweiten“, erläutert Cevotec Geschäftsführer Thorsten Gröne. Hauptziele des MAI ACoSaLUS-Projekts sind die Erhöhung der Netto-Legegeschwindigkeit um den Faktor 7 – 10 auf 15 m²/h und die Reduzierung des manuellen Arbeitsaufwands um bis zu 100 Prozent.

Das ist der Plan

Im Projekt umfasst der Aufgabenbereich von Cevotec sowohl Software- als auch Hardware-Entwicklungen. „Der erste Schritt ist eine Weiterentwicklung des Patch-Placement-Prozesses.

MAI ACoSaLUS – Automated Composite Sandwich Lay-Up System

ses. Wir werden eine aktive Krafrückkopplungsfunktion auf unserem Roboter implementieren, um die Kompaktierungskräfte während des Lay-up Prozesses optimal zu kontrollieren. Dabei verbessern wir gleichzeitig unsere proprietäre Greifertechnologie“, erläutert Richard Carle, Projektleiter ACoSaLUS bei Cevotec.

Gemeinsam mit der Hochschule Augsburg arbeitet Cevotec an optimierten Legeplanungs- und Simulationsalgorithmen, um die Gesamtzykluszeit pro Bauteil zu reduzieren und die Qualität der Festigkeitsvorhersagen weiter zu erhöhen. Zudem wird Cevotec ein spezielles Bildverarbeitungssystem entwickeln, das die Laminare der ersten und zweiten Haut schon während des Legeprozesses prüft. Dies wird in enger Zusammenarbeit mit der GKN Aerospace GmbH und der VisCheck GmbH geschehen.

Auch neue Prepreg-Rezepturen, die von SGL Carbon entwickelt wurden, werden im Rahmen von ACoSaLUS getestet. Darüberhinaus soll eine greiferbasierte Applikationstechnik für von der Vabatec GmbH neu entwickelte Vakuumhilfsmittel erarbeitet werden.

Automatische Sandwich-Fertigung

Zum Ende des Projekts im Jahr 2023 will Cevotec die Netto-Legegeschwindigkeit relevanter Bauteile um das angestrebte 7–10-fache verbessert und einen vollautomatischen Legeprozess für Sandwich-Bauteile unter Verwendung der Fiber Patch Placement-Technologie entwickelt haben. Das beinhaltet fortschrittliche On-Line-Inspektionsroutinen und selbstadaptive Prozesskontrolle, weiterentwickelte Legeroutinen

und automatisiertes Ablegen der Kernmaterialien. Ziel ist, die Entwicklungen in die Serienfertigung der Luft- und Raumfahrt zu übertragen. ■



MAI ACoSaLUS wird gefördert vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie.

i Cevotec GmbH, Unterhaching
Dr. Daniela Klotz, Kommunikation
 +49 89 231 41 65-53
 @ communication@cevotec.com
 www.cevotec.com

Sandwichdefekte vorhersagen

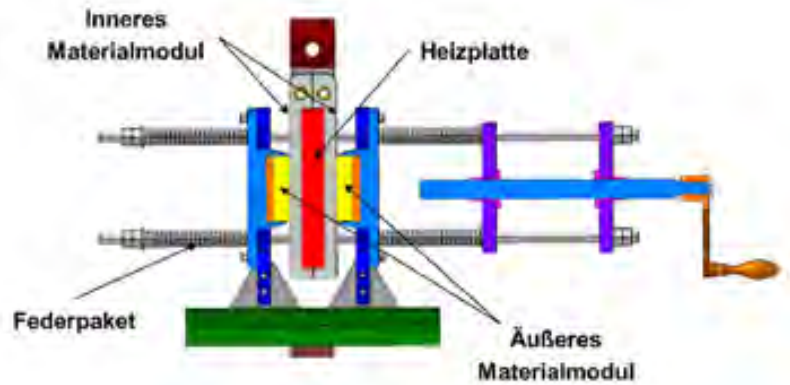
Entwicklung einer Herstellprozesssimulation für Sandwichstrukturen

Bei der Herstellung von Sandwichbauteilen mit Honigwabenkernen und Deckschichten aus Faserverbundwerkstoffen im Autoklav-Verfahren kann es zu Defekten kommen. Um dies schon beim Entwickeln der Herstellungsprozesse realitätsnah vorhersagen zu können, entwickelte Airbus Helicopters eine Simulation zur Abbildung von Fehlstellen.

Sandwichbauteile können aufgrund ihrer hohen spezifischen Biege- und Beulsteifigkeit die Leichtbaugüte moderner Hubschrauber steigern. Um bei der Herstellung von Sandwichbauteilen mit Honigwabenkernen im Autoklav-Verfahren Defekte wie Wabeneinfälle und Faltenbildung, und damit verbundene Kosten zu vermeiden, wird das First-Time-Right-Design angestrebt. Dafür entwickelten Fachleute von Airbus Helicopters Deutschland eine Herstellprozesssimulation dieser Teile. Mit der verwendeten Simulationsmethodik lassen sich bereits vor dem Herstellen der Formwerkzeuge und dem Festlegen der Fertigungsprozesse mögliche Fehlstellen erkennen und geeignete Maßnahmen zu ihrer Vermeidung erarbeiten.

Einflüsse und Materialcharakterisierung

Zunächst wurden in einem umfangreichen Probenprogramm die wesentlichen Einflussfaktoren bei der Entstehung der Fehlstellen identifiziert. So ermöglichte es etwa eine eigens entwickelte Versuchs-Vorrichtung, das Reibungsverhalten aller relevanten Material-Paarungen unter realistischen Herstellungsbedingungen zu ermitteln. Auch lassen sich Beheizung und Verpressung der Materialien so einstellen, dass die Autoklavzyklen realistisch nachgestellt werden können. Mit den Ergebnissen kann das Rei-



bungsverhalten realitätsnah in die Simulation implementiert werden.

Weitere Versuche ermittelten etwa das temperaturabhängige Druckverhalten der Honigwaben oder das Kompaktierungsverhalten des untersuchten Prepregs.

Abb.1: Vorrichtung zur Ermittlung des Reibungsverhaltens unter realistischen Herstellungsbedingungen

Vielfach nutzbar

Die Implementierung des komplexen Reibungs- und Materialverhaltens von Honigwabe und Prepreg lief über benutzerdefinierte Unterprogramme (Subroutinen) für die FEM-Simulationssoftware ABAQUS™. Die geeignete Wahl von Simulationsparametern und Modellierungsarten ermöglicht neben der realitätsnahen Abbildung der Fehlstellen auch die Simulation großer Hubschrauberbauteile wie Spanten und Schalen mit geringen Berechnungsdauern. Hierdurch können künftig neben Risikobewertungen für die Entstehung von Fehlstellen auch Variantenstudien durchgeführt werden, die es ermöglichen, stabile Herstellungsprozesse auszuliegen. ■

i Airbus Helicopters Deutschland GmbH, Donauwörth
 Manufacturing Process Simulation
Benjamin Hailer
 +49 906 71 89 33
 benjamin.hailer@airbus.com
 www.airbus.com

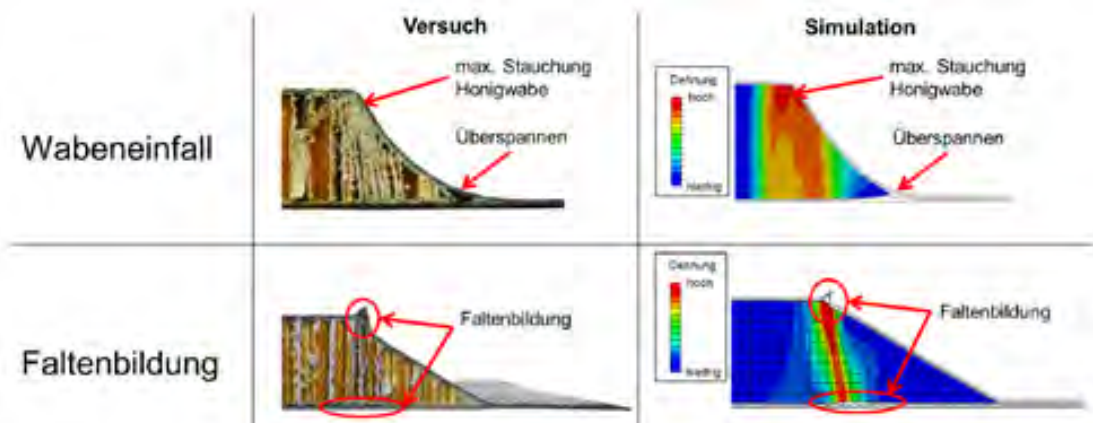


Abb. 2: Abgleich von Versuchs- und Simulationsergebnissen

Multifunktionale CFK

CFK mit Zusatzfunktionen durch Nutzen der elektrischen Leitfähigkeit der Carbonfaser

Systematisch wurde am TITK, dem Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung, die inhärente elektrische Leitfähigkeit von CF-verstärkten Kunststoffen in Hinblick auf das Potenzial zur Funktionsintegration untersucht. Dabei wurden grundlegende Zusammenhänge von Materialeigenschaften, Prozessführung und deren Auswirkungen auf die elektrische Leitfähigkeit/Abschirmung von CFK erforscht.

Im Leichtbau setzt man Carbonfasern (CF) wegen ihrer extremen Festigkeit und Steifigkeit ein. Für die Herstellung von CFK haben sich deshalb folgende vier Verfahren serienmäßig etabliert: Spritzgießen / Extrusion mit CF-Compounds, Thermoformen mit Organblechen, Nasspressen und RTM mit duroplastischen Harzen sowie Fließpressen (SMC: Sheet Mould Compound). Daraus leiten sich verfahrensbedingte Verbundmorphologien ab, die sich in Faservolumengehalt (FVG), Faserlänge, Faserorientierung, Verbunddicke und Verbundoberfläche (matrixarm/matrixreich) unterscheiden.

Gegenstand der systematischen Untersuchungen war der Einfluss der mikroskopischen und makroskopischen Materialeigenschaften auf die elektrische Leitfähigkeit der CFK und damit deren Einsatzmöglichkeiten im funktionsintegrierten Leichtbau.

Leitfähigkeit und Heizfunktion

Kurzfaserverstärkte CFK, die mittels Extrusion oder Spritzguss hergestellt werden, müssen einen FVG größer 10 Vol% aufweisen, damit sich ein leitfähiges Netzwerk ausbilden kann und der elektrische Widerstand auf ein Niveau sinkt, das die Funktion Heizen gewährleistet. Unterhalb von 10 Vol% CF sind die CFK antistatisch oder ladungsableitend. Langfaserverstärkte CFK wie etwa thermoplastische Organobleche, SMC-Verbundwerkstoffe oder Werkstoffe aus dem RTM-Prozess, besitzen verfahrensbedingt ausreichend hohe FVG, um ein Aufheizen der gefertigten Bauteile zu realisieren.

Da in allen CFK eine homogene Faserverteilung vorliegt, erfolgt eine sehr gleichmäßige Erwärmung des gesamten Composites.

Leitfähigkeit und Abschirmung

Die hohen FVG und die damit einhergehende hohe elektrische Leitfähigkeit langfaserver-

stärkter CFK bilden die Voraussetzungen für abschirmende Materialeigenschaften.

Die durchgeführten EMV-Analysen zeigen das große Potenzial der Organobleche für schirmende Anwendungen.

Schirmdämpfungen nach VG-Norm von 40 dB bis 50 dB sind realisierbar und lassen den Einsatz als Gehäusematerial zu, das zudem eine deutliche Gewichtseinsparung gegenüber klassischen Aluminiumgehäusen ermöglicht.

Ausblick

Das erarbeitete Grundlagenwissen und die erforschten Zusammenhänge ermöglichen die gezielte Nutzung der elektrischen Leitfähigkeit von CF-verstärkten Materialien für Innovationen und technische Lösungen in Bedarfsfeldern wie Energieversorgung, Klima- und Umweltschutz, Mobilität, Gesundheit, Sicherheit und Kommunikation.

CFK dienen dann nicht mehr nur zur Struktur- und Formgebung, sondern haben auch elektrisch leitende oder abschirmende Funktionen inne.

Sie können somit nahezu alle etablierten Marktsegmente des CFK ergänzen und erweitern.



Die Heizfunktion kann mit Kleinspannungen unter 50 V betrieben werden.



Das Projekt wurde gefördert durch das BMWi.

Einteilung der CFK nach Oberflächenwiderstand und Einsatzmöglichkeiten

Classification of CFRPs according to surface resistance and possible applications

$10^4 \Omega - 10^7 \Omega$ Antistatic

- short-fiber reinforced CFRP (injection molding or extrusion) with FVC < 10 vol. %
- antistatic or discharging.
- avoidance of electrostatic discharges in e.g. electronic components, fuel filling systems and plant components for the production, transport and processing of dusts and explosive gases

$10^1 \Omega - 10^4 \Omega$ Heating

- short-fiber reinforced CFRP (injection molding or extrusion) with FVC > 10 vol%.
- long-fiber reinforced CFRP (thermoplastic organic sheets, thermoset composites, SMC with FVC 20 – 35 vol.%)
- heating / tempering: surface heating elements powered by low voltages for surface temperatures up to 100°C, surface heating capacity > 1000 W/m²

$10^1 \Omega - 10^2 \Omega$ Shielding

- long-fiber reinforced CFRP (thermoplastic organosheets, thermoset composites with FVC 20 – 35 vol.%)
- shielding effectiveness according to VG 95373/T15 from 40 to 50 dB, i.e. electromagnetic shielding of 99.9%.
- transmission attenuation up to 80 dB in the frequency range of 40 MHz – 8200 MHz
- enclosures for EMC applications: protection of electronic devices / sensors from electromagnetic interference fields

Multi-functional CFRP

CFRP with additional functions by utilizing the electrical conductivity of Carbon fiber

At TITK, the Thuringian Institute for Textile and Plastics Research, the inherent electrical conductivity of CF-reinforced plastics was systematically investigated with regard to the potential of functional integration. Fundamental interrelationships of material properties, process control and their effects on the electrical conductivity/shielding of CFRP were researched.

Carbon fibers (CF) are used in lightweight construction because of their extreme strength and stiffness. The four following processes have become established as series production methods for the manufacture of CFRP: Injection molding/extrusion with CF compounds, thermoforming with organic sheets, wet pressing and RTM with thermosetting resins and finally Sheet Mould Compound (SMC) technology.

Hence a process-related composite morphology is formed, which differs in terms of fiber volume content (FVC), fiber length, fiber orientation, composite density and composite surface (matrix-poor/matrix-rich).

The influence of microscopic and macroscopic material properties on the electrical conductivity of CFRPs and, therefore, their possible ap-

plications in functional-integrated lightweight construction was systematically investigated.

Conductivity and heating function

Short-fiber reinforced CFRPs produced by extrusion or injection molding must have a fibre volume content of more than 10 vol% so that a conductive network can be formed and the electrical resistance drops to a level that ensures the heating function. Below 10 vol% CF, the CFRPs are antistatic or discharging.

Long-fiber reinforced CFRPs, such as thermoplastic organic sheets, SMC composites or materials from the RTM process, have process related sufficiently high fiber volume content in order to heat up the manufactured components. As homogeneous fiber distribution exists in all CFRPs, very uniform heating of the whole composite takes place.

Conductivity and shielding

The high fiber volume content and the associated high electrical conductivity of long-fiber reinforced CFRP provide the prerequisites for shielding material properties.

The EMC analyses carried out show the great potential of the organic sheets for shielding applications. Shielding attenuations of 40 to 50 dB according to the VG standard are feasible and allow the use of the material as housing material with significantly less weight compared to classic aluminum housings.

Outlook

The basic knowledge and correlations acquired allow the targeted use of the electrical conductivity of CF-reinforced materials for innovations and technical solutions in requirement fields such as energy supply, climate and environmental protection, mobility, health, safety and communication.

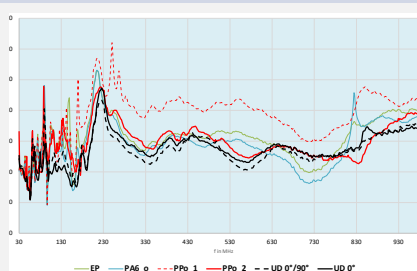
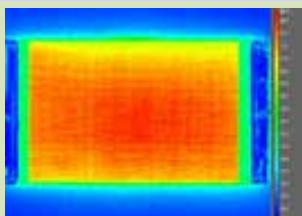
CFRPs are then no longer only used for structural and shaping purposes, but also have electrically conductive or shielding functions and can thus complement and expand almost all established market segments of CFRPs.



The heating function can be powered with extra-low voltages below 50 V.



The projekt was funded by the German BMWi.



Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e. V. | Thuringian Institute for Textile and Plastics Research – TITK, Rudolstadt
 www.titk.de

Dipl.-Chem. Carmen Knobelsdorf

+49 3672 379-314

@ knobelsdorf@titk.de,

Dr. Thomas Reußmann

+49 3672 379-300

@ reussmann@titk.de

Composites-Markt in Europa

Marktentwicklung und Trends in einem herausfordernden Umfeld

Die AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe erhebt regelmäßig Marktzahlen zum europäischen Composites-Markt. Im vergangenen Jahr 2020 verzeichnete der europäische Markt die schwersten Einbrüche seit der Wirtschafts- und Finanzkrise in den Jahren 2008 und 2009. Sowohl die Auslöser als auch die Auswirkungen sind dabei höchst unterschiedlich.

Bereits seit 2019 erlebt die Composites-Industrie eine Phase, in der die Produktionsmenge in Europa deutlich zurückgeht. Insgesamt sieht sich der Markt in den letzten zwei Jahren mit den stärksten Rückgängen seit der Wirtschafts- und Finanzkrise 2008/2009 konfrontiert (vgl. Abb. 1).

Die Gründe für diesen Rückgang sind vielfältig. Eine zentrale Ursache dürfte die seit März 2020 andauernde Corona-Pandemie sein, in deren Verlauf es zu harten wirtschaftlichen und sozialen Einschnitten gekommen ist. Hier die alleinige Ursache zu suchen, greift aber zu kurz.

Ursachen-Bündel

So war bereits vorher eine deutlich reduzierte Dynamik in den Hauptanwendungsindustrien der Composites-Industrie feststellbar, vor allem im Bereich der Mobilität mit den Kernmärkten Automotive und Nutzfahrzeuge. Der Baubereich, als mittlerweile größtes Anwendungsfeld von GFK-Bauteilen (GFK = Glasfaserverstärkte Kunststoffe), war bislang deutlich weniger von

Einschnitten betroffen. Aber zum Beispiel auch der Handelskonflikt zwischen den USA und China oder protektionistische Bestrebungen einiger Länder sowie der Brexit führten bereits vor 2020 zu einer starken Verunsicherung der Märkte und des Welthandels. Aktuelle Entwicklungen wie der Chip-/Halbleitermangel, Probleme in den Logistikketten und Einzelereignisse wie die Blockade des Suez-Kanals durch die „Ever Given“ verschärfen die Situation.

Was heißt das für Europa?

Der europäische Markt hat in diesem Zusammenhang weiter an Anteil am Weltmarkt verloren. Die beiden anderen großen Weltregionen der Composites-Verarbeitung – Asien und Amerika – haben sich weniger negativ entwickelt, was zu einer weiteren Verschiebung der Marktanteile geführt hat.

China scheint sich derzeit am dynamischsten aus der Krise zu entwickeln, aber auch die Entwicklungen in den USA sind weniger herausfordernd. Der Marktanteil Asiens wächst seit Jahren beständig und dürfte bald 50 % erreichen, wohingegen Amerika und Europa eher bei jeweils rund einem Viertel des Marktanteils stehen.

Innerhalb Europas gab es den stärksten Rückgang vor allem bei Thermoplasten und hier bei den kurzfaserverstärkten Systemen. Dafür dürfte die starke Anbindung des Segments an den Automobilbereich ausschlaggebend sein.

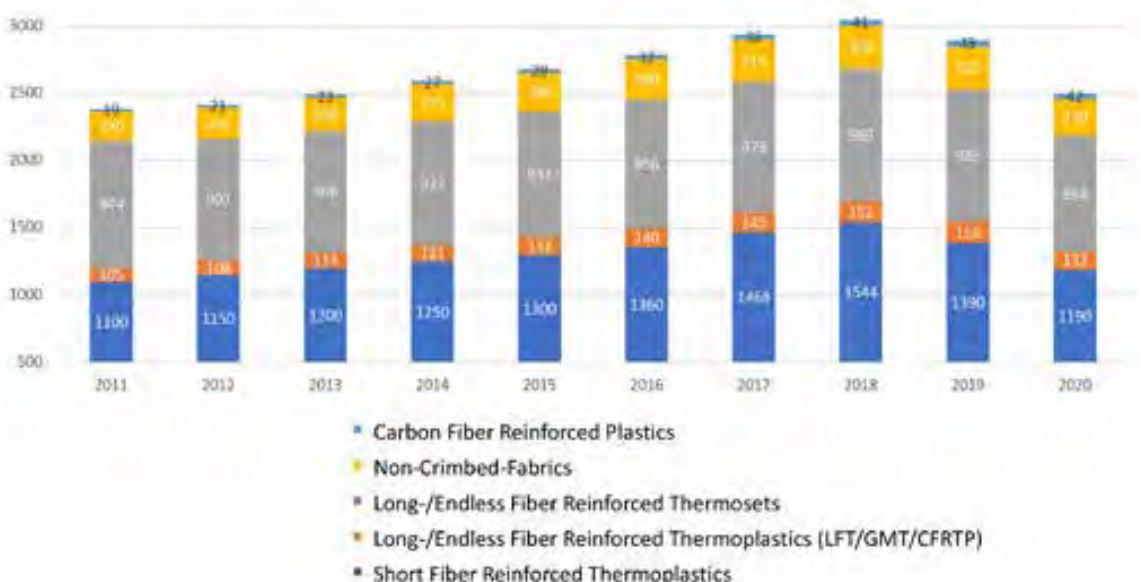
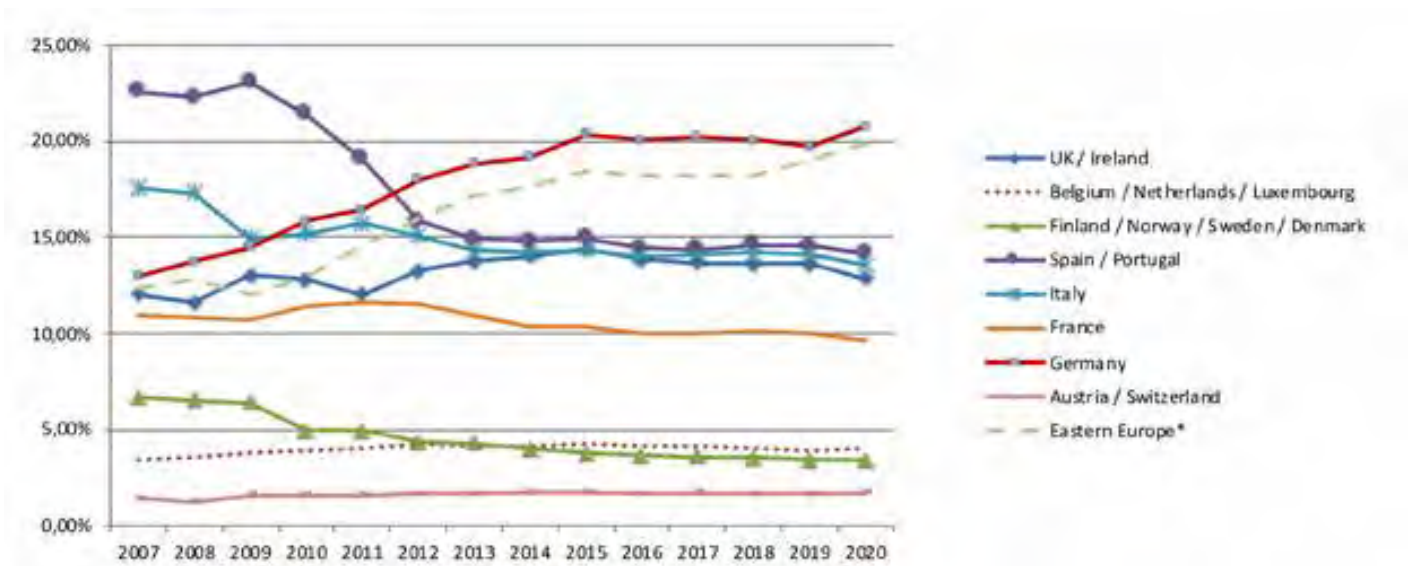


Abb. 1: Entwicklung des europäischen Composites Marktes (in 1.000 t)



Der Bereich CFK (= kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe) hat sich bislang weniger stark rückläufig entwickelt, obwohl die Luftfahrtindustrie zu den großen Verlierern der Krise zählt. Insgesamt bleibt der Marktanteil von GFK an der Gesamtmenge Composites aber dennoch deutlich über 95 %.

Betrachtet man die regionale Entwicklung in Europa im GFK-Bereich, so zeigen sich ebenfalls deutliche Unterschiede (vgl. Abb. 2). Die Einschnitte im deutschen Markt zeigen sich weniger dramatisch als beispielsweise in den südeuropäischen Ländern. Die doch recht unterschiedlichen Entwicklungen sind mit regional stark voneinander abweichenden Marktspezifika zu erklären.

Speziell der GFK-Markt mit seinen Hauptanwendungsgebieten Mobilität sowie Bau und Infrastruktur wird stark durch die allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklungen beeinflusst. Composites sind heute vielfach etabliert und zeigen dennoch viele Ansätze für Innovationen. Marktänderungen (Stichwort E-Mobilität) können aber auch neue Möglichkeiten für die Industrie eröffnen. Sich wandelnde Rahmenbedingungen und Abläufe sollten als Chance verstanden werden. ■

i AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V. | Federation of Reinforced Plastics, Frankfurt/Main
Volker Mathes
 Business Development Manager
 ☎ +49 69 27 10 77-0
 @ info@avk-tv.de
 🌐 www.avk-tv.de

Biobasierte Matrixharze

Hoher Bio-Anteil in neuem Polyesterharzsystem für LRI, Pultrusion und SMC

In der Faserverbundindustrie werden zunehmend nachhaltige, biobasierte Werkstoffe nachgefragt. Der Geschäftsbereich „Reactive Polymers and Flame Retardants“ der Schill+Seilacher „Struktol“ GmbH entwickelt mit Partnern solche Polyesterharze. Ihr Bio-anteil ist größer 98 % und sie können für klassische Flüssigharz-Anwendungen wie auch für SMC-Formulierungen eingesetzt werden.

Weltweit zählen ungesättigte Polyesterharze (UPR) zu den wichtigsten duromeren Materialien. Trotz positiver Ansätze in den letzten fünf

Jahren, die petrochemischen Rohstoffe adäquat biobasiert zu ersetzen, scheiterte eine vollständige Substitution bisher an den Preisanforderungen an das Endprodukt.

Hier scheint nun eine Lösung in Sicht, einerseits durch vergleichsweise niedrigere Rohstoffkosten, andererseits durch den gestiegenen Wunsch auf Anwenderseite nach Einsatz biobasierter Systeme. Im ersten Schritt ist es gelungen ein vollständig biobasiertes Polyesterharz zu entwickeln und industriell zu skalieren, dessen Leistungsfähigkeit mit den konventionellen UPR vergleichbar ist.

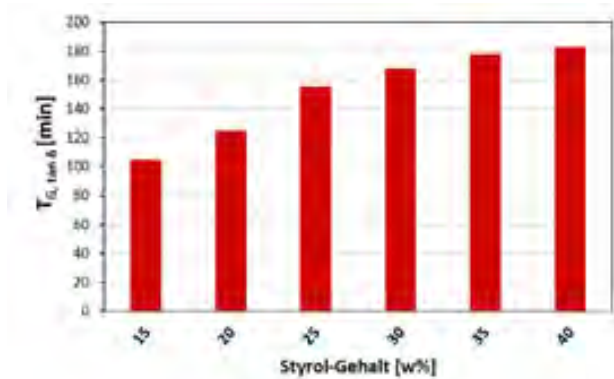
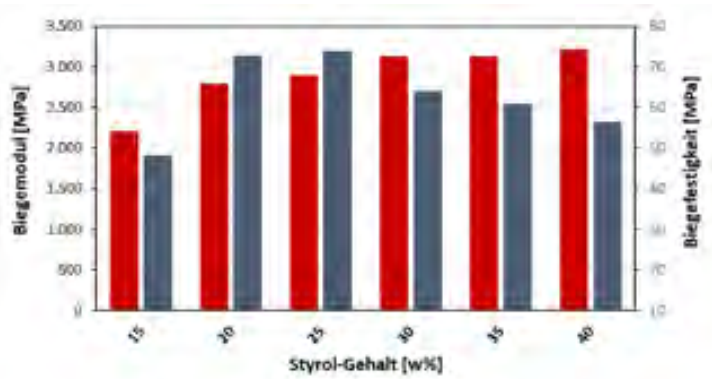


Abb. 1: Polyvertec® 3830: Biegemodule und -festigkeiten



T_g vs. Styrol-Konzentration

Immer auf der Höhe der Zeit

Um geeignete Verarbeitungs- und Materialeigenschaften für die Verarbeitung zum Beispiel zu Faserverbundbauteilen zu erhalten, werden die UPR mit Styrol als Reaktivverdünner gemischt, um die Viskosität des Polyesterharzes für die jeweilige Anwendung spezifisch einzustellen. In der Regel erhöht sich dadurch die thermo-mechanische Leistungsfähigkeit des Materials.

Aus umwelt- und arbeitsmedizinischer Sicht sind jedoch chemische Alternativen erstrebenswert. Ein vollständiger Styrol-Austausch gegen einen biobasierten Reaktivverdünner ist momentan noch nicht realisierbar. Aber je nach Styrol-Gehalt können derzeit Bioanteile im fertigen Polyesterharz-System von bis zu 85 % erreicht werden.

Untersuchungen und Ergebnisse

Unterschiedliche Styrol-Konzentrationen beeinflussen neben der Viskosität und Reaktivität auch das thermo-mechanische Eigenschaftsniveau der Formulierungen. Durch Styrol-Mengen von 20 – 30 Gew.-% lässt sich ein hohes Niveau von Biegemodul, Biegefestigkeit und Glasübergangstemperatur erreichen (Abb.1). Zusammenfassend zeigt sich, dass Materialkennwerte erreicht werden können, die die Eigenschaften konventioneller UPRs erreichen und teilweise sogar übertreffen.

Anwendungen

Polyvertec® 3830 kann als Matrixharz für Faserverbundwerkstoffe sowohl durch Handlaminiere wie auch im Pultrusions- oder Nasspressverfahren verarbeitet werden. Ferner bietet sich Möglichkeit, das Harz für SMC-Halbzeuge einzusetzen. Zu allen Verfahren wurden erste, sehr positive Verarbeitungsversuche durchgeführt (Abb. 2).

Und last but not least zeigen SMC-Versuche, dass Polyvertec® 3830 als Harzbasis die Kennwerte von Standard-UPRs fast erreicht (Abb. 3).

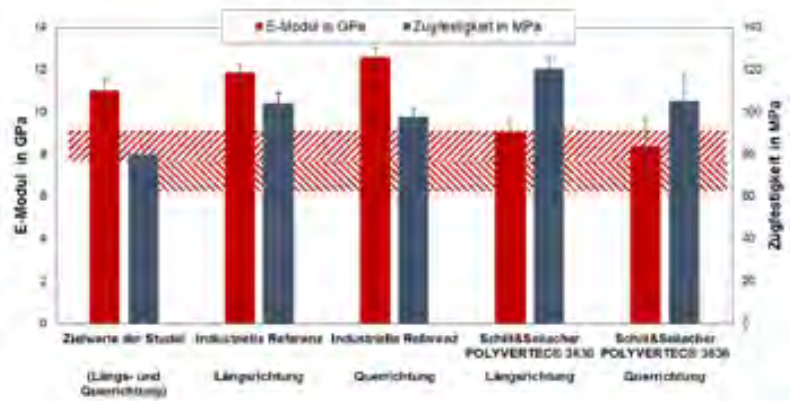


Abb. 3: Mechanische Kennwerte SMC-Laminat

Ausblick

Weitere Entwicklungsarbeiten zielen auf den Ersatz bzw. Teilersatz von Styrol als Reaktivverdünner durch biobasierte Komponenten ab. ■



Abb. 2: Verarbeitungsverfahren für Polyvertec® 3830

i Schill + Seilacher „Struktol“ GmbH
Geschäftsbereich „Reactive Polymers and Flame Retardants“
Dr.-Ing. Hauke Lengsfeld
☎ +49 171 754 64 36
@ hlengsfeld@struktol.de
🌐 www.struktol.de

Optimierte Herstellung

Harzinfusionsverfahren mit funktionsintegrierten Silikon-Vakuumhauben (FuVak)

Die Effizienz von Harzinfusionsprozessen wird durch wiederverwendbare Silikon-Vakuumhauben deutlich gesteigert. Neuartig an dieser Herstellungstechnologie ist die Integration von optimierten Fließkanalstrukturen sowie von Sensor- und Regelungstechnik zur Prozesssteuerung und -überwachung.

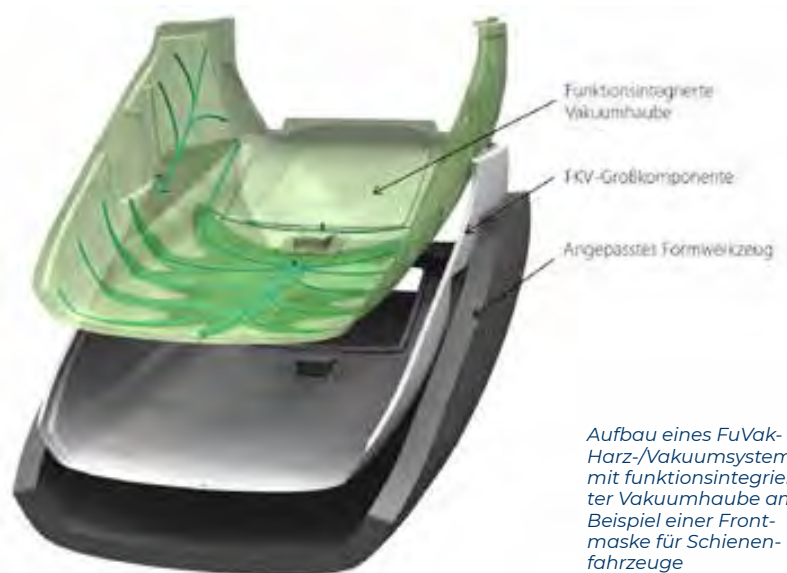
Der Leichtbausektor begegnet steigenden Energiepreisen, zunehmend knapper werden den Ressourcen sowie den wachsenden Umwelt- und Klimaschutzanforderungen mit einem verstärkten Einsatz von Bauteilen aus Faserkunststoffverbunden (FKV). Neben der FKV-gerechten Auslegung und Dimensionierung haben insbesondere die Fertigungsmethoden starken Einfluss auf die Qualität und den Fertigungsaufwand eines FKV-Bauteils.

Zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit ist es unabdingbar, ressourceneffiziente Fertigungsverfahren zur Herstellung leichtbaugerechter FKV-Komponenten zu entwickeln, die eine hohe Wirtschaftlichkeit bei Klein- und Mittelserien ermöglichen.

Vorteile durch FuVak

Das Harzinfusionsverfahren (VARI) hat sich für FKV-Bauteile mit kleinerer und mittlerer Seriengröße etabliert. Gegenwärtig sind jedoch der hohe Grad an Verbrauchsmaterialien und der hohe manuelle Aufwand bei der Applikation des Vakuumaufbaus nachteilig. Die optimierte Herstellungstechnologie mit funktionsintegrierten Silikon-Vakuumhauben (FuVak) ist ein wichtiger technologischer Schritt hin zu einem schnelleren und reproduzierbaren Fertigungsprozess.

Der Grundgedanke des neuen FuVak-Verfahrens basiert auf dem Einsatz funktionsintegrierter, wiederverwendbarer Vakuumhauben. Im Vergleich zum klassischen VARI-Verfahren ermöglicht das eine Reduzierung von nicht-wiederverwendbaren Verbrauchsmaterialien (Abreißgewebe, Fließhilfe, Vakuumfolie, Harzleitungen, Vakuumkanäle, Dichtband etc. entfallen vollumfänglich), was wiederum eine deutliche Ressourcenschonung bedeutet. Während im VARI-Verfahren für jedes Bauteil ein separater, vielschichtiger Vakuumaufbau gelegt werden muss, ist im FuVak-Verfahren lediglich eine Silikonhaube pro Bauteilserie herzustellen. Prognostiziert wird eine Wiederverwendbarkeit der Vakuumhaube für 500 Stück.



Aufbau eines FuVak-Harz-/Vakuumsystems mit funktionsintegrierter Vakuumhaube am Beispiel einer Frontmaske für Schienenfahrzeuge

Technisch optimiert

Die Integration fließoptimierter Harz-/Vakuumkanäle in die Vakuumhaube erlaubt eine schnelle und reproduzierbare Harzimpregnation. Damit entfällt die aufwändige, materialintensive und nicht gänzlich fehlerfreie Applikation von Verbrauchsmaterialien zur Gewährleistung des Harz-/Vakuumsystems. Statt durch die bisher üblichen Harz- und Vakuumschläuche sowie die Fließhilfe als Einwegmaterialien erfolgt die Harzverteilung und -impregnation mit FuVak durch topologie- und fluiddynamisch optimierte Fließkanalstrukturen. Vorangestellte Fließsimulationen schließen Fehlstellen – wie etwa Lufteinschlüsse während des Prozesses – im Bauteil aus und erzielen so die notwendige reproduzierbare Bauteilqualität.

Eine integrierte Sensor- und Regelungstechnik steuert den Harzfließprozess intelligent. Realisiert wird dies durch die automatisierte Zu-/Abschaltung der Harzkreisläufe in Abhängigkeit vom Fließfrontfortschritt, der durch Sensoren erfasst wird. Dadurch entfällt die bisher erforderliche manuelle Prozesssteuerung, zudem wird die Reproduzierbarkeit und Bauteilqualität weiter gesteigert. ■



Funktionsintegrierte Vakuumhaube mit fluiddynamisch optimierten Fließkanälen

i Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Fraunhofer-Kunststoffzentrum Oberlausitz, Zittau
 www.iwu.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Sven Meißner, Gruppenleiter Leichtbau und Faserverbundtechnik
 +49 3583 540 86-40 06
 sven.meissner@iwu.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. (FH) Paul Falkenhain
 +49 3583 540 86-40 02
 paul.falkenhain@iwu.fraunhofer.de

Maschinenkonzepte für Mobilität

Wasserstoffbehälter im Filament Winding-Verfahren für die Mobilität der Zukunft

Antriebstechnologien, die etwa auf Wasserstoff oder Erdgas basieren, werden im Rahmen der ressourcenschonenden Mobilität immer bedeutender. Für die ökonomische Speicherung dieser Antriebsmedien in Fahrzeugen eignen sich Druckbehälter des Typs IV. Sie basieren auf einem thermoplastischen Kunststoff-Innenbehälter, dem Liner, der durch Faserverstärkung im Filament Winding-Verfahren die nötige Druckstabilität erhält.

Typ IV-Behälter zeichnen sich durch Leichtigkeit und Sicherheit aus und sind damit für zahlreiche Anwendungen in der Mobilität hochinteressant. Roth Composite Machinery verfügt über das Know-how und die Erfahrung in der

programmierbare Zusatzachsen. Das Setup eignet sich sowohl für die Serienproduktion als auch für Entwicklungsanwendungen (R&D) im traditionellen Nasswickelverfahren. Die mitfahrende Imprägnierstation eignet sich sowohl für das Verarbeiten von CF als auch von Glasfasern und reduziert durch kleinere Umschlingungswinkel die Rovingbelastungen. Außerdem können einzelne Spindeln individuell genutzt werden, um unnötigen Harzverbrauch zu vermeiden. Ein NC-gesteuertes Rakel erlaubt eine präzise und reproduzierbare Harzspalteinstellung.

Mit der Fadenspeichereinrichtung lassen sich aufgrund der doppelten Zylinderansteuerung auch sehr niedrige Fadenspannungen prozessgerecht einregeln. Gleichmäßige Fadenabzugsgeschwindigkeiten von bis zu 4,5 Meter pro Sekunde sind möglich. Die Anlage ist für eine einfache Umrüstung auf das Towpreg-Wickelverfahren vorbereitet.

Der Automatisierungsgrad der Maschine wird durch den Einsatz der ROTH-RCA (automatisches Anbinden und Abschneiden der Fasern) erhöht. Für das Wickeln von Druckbehältern beispielsweise verfügt das Setup unter anderem über ein automatisches Druckbeaufschlagungs- und messsystem, das während des Wickelns den notwendigen Liner-Innendruck aufbauen und regulieren kann. Außerdem minimiert die extreme Maschinensteifigkeit mechanische Einflüsse auf den Herstellungsprozess.

Neuester Stand der Technik

Mit Filament Winding Anlagen von Roth Composite Machinery sind Fertigungsprozesse im traditionellen Nass-Wickelverfahren sowie für Towpreg-Anwendungen möglich. Roth Composite Machinery hat für die geschilderte Anlage die Spulenaufnahmen am Spulenständer weiterentwickelt, sie erleichtern das Bestücken mit vollen Spulen sowie das Entnehmen von leeren Hülsen. Ein CNC-gesteuertes Gegenlager gewährleistet die genaue Positionierung beim Set-Wechsel, spart Rüstzeiten und kann im Toleranzbereich Längenabweichungen der Kunststoffliner kompensieren. Der Spanndruck der Pinolen ist über Proportionalventile im Programm einstellbar.

Die neue Filament Winding Maschine ist vielseitig, für kleine, leichte sowie für große, schwere Bauteile ausgelegt und bietet damit ein breites Produktionsspektrum. ■



Für benutzerfreundliches Rüsten hat Roth Composite Machinery neue Spulenaufnahmen am Spulenständer entwickelt.

For a user-friendly set-up, Roth Composite Machinery developed new spool fixtures at the spool creel.

Entwicklung und dem Bau von Maschinen zur Herstellung solcher Behälter. Zahlreiche Filament Winding-Anlagen des Unternehmens sind weltweit zur Produktion von Hochdruckbehältern für Gase im Einsatz.

Neues Wickeln in der Praxis

So lieferte Roth Composite Machinery jüngst eine kundenspezifisch ausgelegte Filament Winding Anlage zur Herstellung von Wasserstoffbehältern mit drei Spindeln aus.

Das Maschinenkonzept verfügt über fünf interpolierende Achsen und fünf weitere CNC-

» Ein leistungsstarkes Antriebskonzept in Kombination mit einer neuen Maschinenrahmenstruktur ermöglichen Leistungssteigerungen von rund 40%.«

Dr. Andreas Reimann, Geschäftsführer bei Roth Composite Machinery

Machine concepts for mobility

Hydrogen tanks by filament winding process for the mobility of the future

New power train technologies based on hydrogen or natural gas, for example, are gaining more and more importance for resource-saving mobility solutions. For the economic storage of these fuels in vehicles, pressure vessels of type IV are suitable. They are based on a thermoplastic inner tank, also called liner, reaching the necessary pressure stability by fibre reinforcement using the filament winding process.

Type IV pressure vessels are characterized by lightness and safety and are thus highly interesting for numerous applications in the mobility sector. Roth Composite Machinery has the necessary expertise and experience in the development and building of machines for the manufacture of such vessels. Plenty filament winding plants from Roth are used by all market leading manufacturers producing pressure vessels for gases world-wide.

New winding realised

Just recently Roth Composite Machinery has delivered a customized filament winding plant for the manufacture of hydrogen tanks with three spindles. The machine concept comprises five interpolating axes and additionally five CNC programmable axes.

The set-up is suitable for series production as well as for development applications (R&D). The movable impregnating station is suitable for the processing of carbon fibres as well as for glass fibres and reduces the roving load due to decreased wrap angles. Moreover it enables an individual use of single spindles in order to avoid unnecessary consumption of resin. An NC-controlled doctor blade allows a precise and reproducible adjustment of the resin gap.

By means of the fibre storage device, even very low fibre tensions can be adjusted in line with the process due to the double cylinder control. Constant fibre delivery speeds of up to 4.5 meters per second can be realized. The production line is prepared for a quick and easy change to the towpreg winding procedure.

Through the use of the ROTH RCA (automatic roving cutting and applying device), the automation level of the machine is increased. For the winding of pressure vessels, for example, the machine is equipped with an automatic pressurization and pressure measuring system which is able to create and regulate the necessary inner pressure of the liner during the winding process. The exceptional machine stiffness minimizes mechanic impact on the manufac-

» A high-performance drive concept combined with a new machine frame structure enable performance improvements of about 40%. «

Dr. Andreas Reimann, General Manager, Roth Composite Machinery

turing process and ensures highest precision during the filament winding process.

State-of-the-art technology

Roth Composite Machinery has further developed the spool fixtures at the spool creel to facilitate the placing of full spools as well as the removal of empty sleeves. A time efficient CNC controlled counter bearing guarantees exact positioning and can compensate length deviations of the plastic liners within the tolerance range. The sleeves' clamping pressure is adjustable by proportional valves via the program.

As the new filament winding machine can be used for small light components as well as for large heavy parts, it offers a wide scope of production. ■



Die Steuerung erfolgt über ein ergonomisches und benutzerfreundliches Bedienpult mit zwei Touchscreen-Monitoren zur Steuerung der Anlagenfunktionen.

The control is effected via an ergonomic and user-friendly operating panel with two touchscreen displays for controlling the machine functions.

i Roth Composite Machinery GmbH, Steffenberg
Dr. Andreas Reimann, Geschäftsführer
 ☎ +49 6464 91 50-0
 @ info@roth-composite-machinery.com
 🌐 www.roth-composite-machinery.com

Kollege Roboter

Roboter revolutionieren das Filament-Winding-Verfahren



Foto: Courtesy of Plastic Omnium Cyril BRUNO (2020)

Ihre Leidenschaft für Roboter verbindet Coriolis Composites und das seit 2018 zur Coriolis Group gehörende Unternehmen MF TECH, Marktführer in der robotergestützten Wickeltechnologie. Mit der anstehenden Energie- und Mobilitätswende findet sich deren innovative Form der Wickeltechnik erneut im Fokus, diesmal für die Herstellung von Wasserstoffdruckbehältern.

Wickelanlage MF3

Filament winding machine MF3

Filament-Winding ist im Markt der Verbundwerkstoffe ein besonderes Verfahren. Es ist Weltmeister beim Faseranteil im Laminat und seit den 1950er-Jahren für Leichtbau in der Raumfahrt im Einsatz. Heutzutage prägt der Markt der alternativen Energien diesen Prozess.

Basis für erfolgreiche Innovation

Die Möglichkeiten eines Roboters sind denen einer Sondermaschine überlegen, vor allem wirtschaftlich. Getrieben durch die Fahrzeugindustrie werden derzeit weltweit Fabriken für die Herstellung von Wasserstoffdruckbehältern in hohen Stückzahlen aufgebaut.

Vorteil Roboter

Die über 50 Jahre alte konventionelle Prozesstechnik hat sich wenig weiterentwickelt. Für die Automatisierung wird traditionellen Maschinen ein Roboter für Handlingaufgaben beigelegt. Eine Konfiguration, deren Sinn zu Recht bezweifelt werden kann, da der Roboter technisch

und kinematisch mehr bietet als jede konventionelle Filament-Winding-Maschine, zudem auf einer deutlich wirtschaftlicheren Basis. Wenn also einer teuren Filament Winding Maschine ein überlegener Roboter beigelegt wird – warum wird dann noch die Maschine benötigt?

Erweiterungen in der Prozesstechnik

Das Filament-Winding-Verfahren funktioniert (eher eingeschränkt) ab zwei koordinierten Achsen. Heute kann jeder Standardroboter mit sechs Achsen jeden Freiheitsgrad im 3D-Raum abdecken. Bei der konventionellen Wickelmaschine wird um die Einsparung jeder teuren Achse gerungen. Die meisten konventionellen Maschinen werden heute mit vier Wickelachsen ausgestattet.

Dagegen hat das uneingeschränkte Filament-Winding-Verfahren mit 6-Achsen-Robotern viel zu bieten. Im einfachsten Fall übernimmt der Roboter die Bewegung der Faserführung. Bei Bauteillängen über vier Metern wird der Roboter auf die siebte Achse beweglich positioniert.

Den Bauteilabmessungen sind dadurch keine praktischen Grenzen gesetzt. Da der Roboter ausschließlich mit rotatorischen Achsen ausgestattet ist, sind ganz neue Konfigurationen möglich. Zum Beispiel kann das Bauteil vom Roboter aufgenommen und bewegt werden. Das kann zu verfahrenstechnischen Vorteilen führen und die Herstellung von komplexen Bauteilen vereinfachen.

Fazit

Roboter sind heute mit hoher Präzision, Achsengeschwindigkeiten und Nutzlasten ausgestattet. Mathematisch sind Wiederholgenauigkeiten von 0,08 mm je Achse gewährleistet – und das unter maximaler Lastaufnahme des Roboters. Die Präzision von Robotern, die in der ISO9283 normiert und als Summe aller sechs Achsen garantiert ist, erlaubt es bereits heute, roboterbasierte Composite-Prozesse in der Luftfahrt einzusetzen (etwa Coriolis C1).

Mit den Wickelanlagen der neuesten Generation wird diese Erfolgsgeschichte auf weitere Industrien übertragen und das Roboter-Zeitalter auch in der Compositeverarbeitung vorangetrieben. ■

Robot workmate

Robots Revolution in the Filament Winding Process

The passion for robotics is shared by Coriolis Composites as well as by MF TECH, the market leader in robot assisted winding technology that is a 100%-member of the Coriolis Group since 2018. The ongoing transition of energy and mobility is resulting in a new focus on their innovative approach to the winding process – for the production of hydrogen pressure vessels.

The filament winding process is a special process in the composites market. It is the world champion in fiber content in the laminate. It has been in use since the 1950s for light-weight aerospace constructions. Today, the market of alternative energy is shaping this process.

Basis for successful innovation

The possibilities of a robot are superior to those of a special machine, above all economically. Driven by the automotive industry, factories for the production of hydrogen pressure vessels in large numbers are currently being built worldwide.

Advantage robot

Conventional process technology, which is more than 50 years old, has evolved little. For automation, a robot is added to traditional machines for handling tasks. The sense of this configuration might be doubted, since the robot has technically and kinematically more to offer than any conventional filament winding machine, and moreover on a better economical basis. Question: Why is the expensive filament winding machine still needed considering the adjacent superior robot?

Enhancements in process technology

The filament winding process works (rather limited) from two coordinated

axes. Any modern standard robot can cover every degree of freedom in 3D space with six axes. Conventional winding machines struggle to reduce expensive axes. Most conventional machines today are equipped with four winding axes.

In contrast, the unrestricted filament winding process with 6-axis robots has much to offer. In the simplest case, the robot takes over the movement of the fiber guiding system. For component lengths over four meters, the robot is positioned to move on the 7th axis. There are no practical limits to the component dimensions. Since the robot is equipped with but rotary axes, completely new configurations are possible. For example, the component can be picked up and moved by the robot. This can lead to processing engineering advantages and simplifying the production of complex components.

Conclusion

Robots today are equipped with high precision, axis speeds and payloads. Mathematically, repeat accuracies of 0.08mm per axis are guaranteed, even under maximum load of the robot. The precision of robots, standardized in ISO9283 and guaranteed as the total of all 6 axes, enables the aerospace industry to employ robot-based composite processes already today (e.g. Coriolis C1).

With the help of last-generation filament winding machines, this success story is being transferred to other industries, thus further advancing the robot age in composite manufacturing. ■



Roboter im FW-Verfahren: MF 1 stellt die traditionelle Filament-Winding-Maschine nach

Robots in the filament winding process: MF 1 recreates the traditional filament winding machine



Foto: Courtesy of CEA le Ripault

In Aktion: Wickelanlage Typ MF 3 von MF TECH

And action: Filament winding machine Typ MF 3 by MF Tech

i CORIOLIS COMPOSITES GmbH,
Augsburg
Thomas Gahr
General Manager
☎ +49 821 80 90 30 92
@ gmbh@coriolis-composites.com
🌐 www.coriolis-composites.com

MF TECH SAS, F-Argentan
Klaus Ritter
Senior Sales
☎ +49 173 815 92 96 [mobile]
🌐 www.mftech.fr

Druck im Blick

Faseroptische Sensorsysteme zum Structural Health Monitoring von Typ-IV-Wasserstoff-Druckbehältern

Die Integration von Lichtwellenleitern mit Faser-Bragg-Gittern (FBG) bietet hohe Potenziale zur Überwachung von Faserverbundbauteilen. In mehreren Forschungsvorhaben wies die KVB gGmbH bereits erfolgreich den möglichen Einsatz dieser Messtechnik für innendruckbelastete Strukturen, wie etwa Wasserstoffdruckspeicher, nach.

Druckbehälter zur Speicherung von Wasserstoff gewinnen im Bereich der Mobilität zunehmend an Bedeutung. Um maximale Reichweiten des damit ausgestatteten Gefährts sicherzustellen, ist ein hoher Leichtbaugrad bei gleichzeitiger Einhaltung der gesetzlichen Sicherheitsvorgaben notwendig. Dies ist nur möglich, wenn kleinste Schädigungen des Behälters frühzeitig erkannt und entsprechende Gegenmaßnahmen zum Schutz von Mensch und Umwelt eingeleitet werden können.

Ebenfalls zu bedenken ist die stetige Miniaturisierung und Steigerung der Leistungsfähigkeit der Auswerteeinheiten. Vor diesem Hintergrund bietet die Integration eines Strukturüberwachungssystems auf Basis von Lichtwellenleitern mit eingeschriebenen FBG-Sensoren einen zielführenden Ansatz im industriellen Umfeld. Verschiedene experimentelle und FEM-gestützte Versuchsreihen am KVB-Institut haben zudem gezeigt, dass die Sensorfaser keinen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des Verbundes hat.

Vielseitiges Messsystem

Die Wissenschaftler am KVB haben ein Verfahren entwickelt, das neben der Ablage der Verstärkungsfaser auch die positionsgenaue Ablage der Sensorfaser im CNC-gesteuerten Wickelverfahren ermöglicht. Die Anbindung zwischen Sensorfaser und Auswerteeinheit wird anwendungsbezogen direkt im Behälter integriert oder aus diesem herausgeführt. In zahlreichen Validierungsversuchen des

Messsystems war eine hervorragende Übereinstimmung der Messergebnisse mit handelsüblichen Dehnmessstreifen zu beobachten.

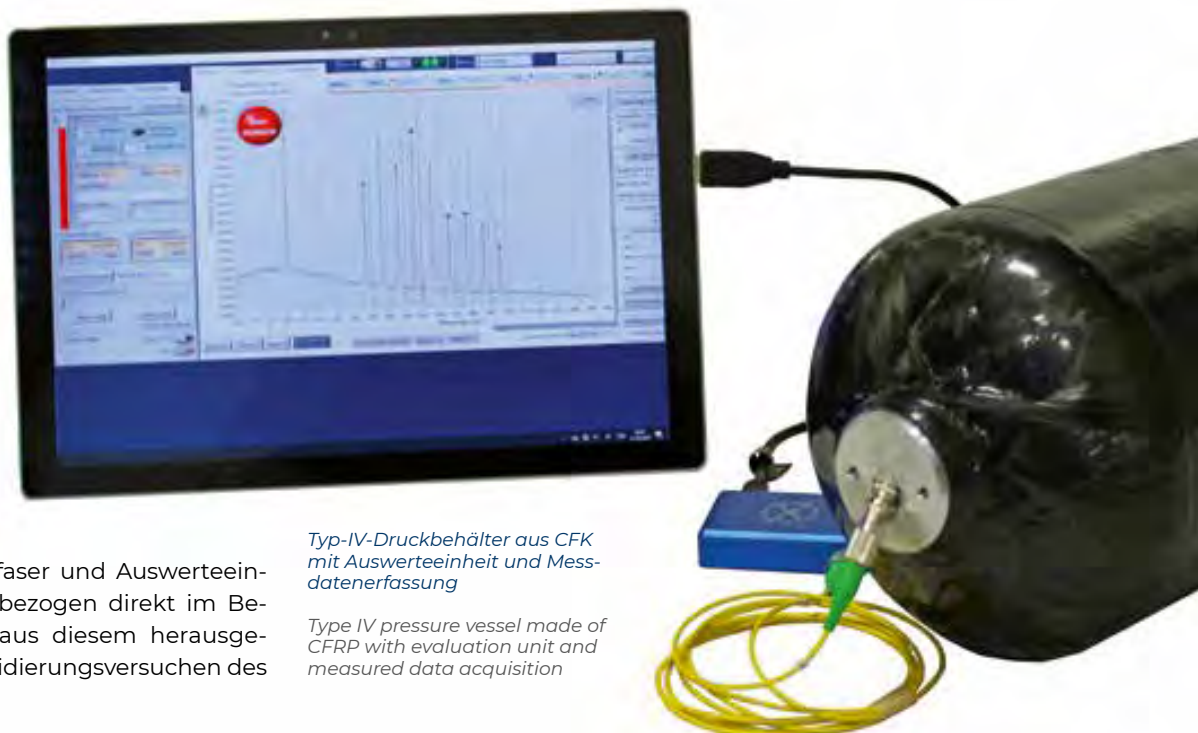
Darüber hinaus ist so auch die Detektion und bereichsweise Lokalisierung von Schädigungen des Laminats wie Faser- oder Zwischenfaserbruch möglich.

Weitere Einsatzmöglichkeiten

Die Anwendung faseroptischer Messsysteme zur Strukturüberwachung ist nicht auf Druckbehälter und -speicher begrenzt. Grundsätzlich ist der Einsatz in allen lasttragenden Primärstrukturen denkbar. In diesem Zusammenhang wurden am KVB verschiedenste Konzepte erstellt und erprobt, die die Integration des Messsystems in den gängigen Herstellungsverfahren von FVK-Bauteilen zulassen. Als Beispiele seien die Sensorintegration in einem Kohlefaser-Drehgestell mit über 100 Messstellen im Prepreg-Autoklav-Verfahren oder in einen Dreiecksquerlenker im RTM-Verfahren genannt.

Ausblick

In aktuellen Projekten erforscht das KVB das Langzeitverhalten des integrierten Messsystems, erstellt Konzepte zum Umgang mit großen Datenmengen und treibt maßgeblich die Entwicklung einer autarken Auswerteeinheit mit kabelloser Datenübertragung voran. ■



Typ-IV-Druckbehälter aus CFK mit Auswerteeinheit und Messdatenerfassung

Type IV pressure vessel made of CFRP with evaluation unit and measured data acquisition

Intelligent Pressure Vessel

Fiber-optic sensor systems in Type-IV hydrogen tanks for structural health monitoring

The integration of optical waveguides with Fiber-Bragg-Gratings offers high potential for monitoring fiber-reinforced structures. The KVB gGmbH successfully provided evidence for such applications in various research projects in case of internal-pressure-loaded structures, such as hydrogen tanks.

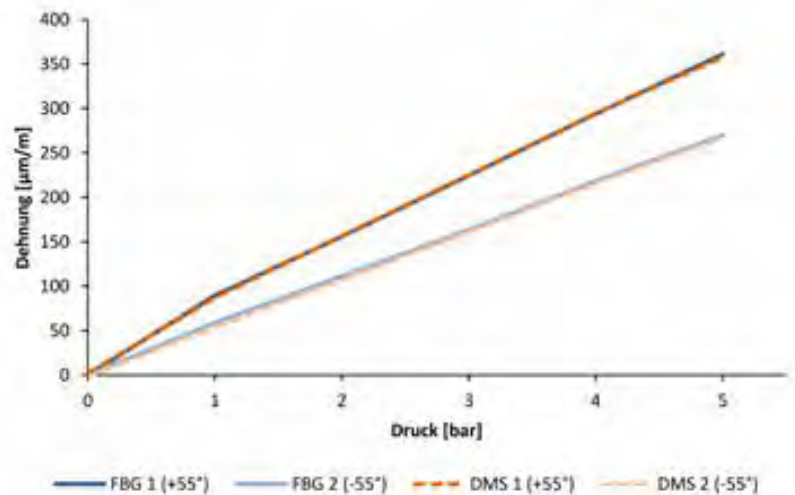
Pressure vessels for hydrogen storage become more and more important in the field of mobility. To ensure maximum range of the vehicle, a high degree of lightweight construction under full protection of statutory safety regulations is a necessary requirement. This will only be possible if even small damage can be detected at an early stage. Only then appropriate countermeasures can immediately be introduced to protect humans and environment.

Due to the continuous development of analysis units, for example their miniaturization and the improvement of their performance, the integration of structural monitoring systems based on optical fibers with written fiber Bragg gratings is recognized as a practical and relevant approach. Various experimental and FEM-assisted tests proved that the sensor fiber has no influence on the mechanical properties of the composite.

Versatile measuring system

Aside the automated production of the component, KVB scientists developed a method for the accurate positioning of the optical waveguide in a CNC controlled fiber winding process. Depending on the application requirements, sensor fiber and interrogation system can either be integrated directly inside the tank or separated via a connection from the sensor fiber to the analysis unit outside the tank.

In several experimental studies, a good correspondence of the optical measuring results was observed with commercial strain gauges. Furthermore, the system enables the detection and localization of damages like fiber fracture and delamination.



Further fields of application

The usage of fiber optic measurement systems for structural health monitoring is not limited to pressure vessels. Basically, all load bearing primary structures are possible applications. In this context different concepts were developed and validated at the KVB to integrate the sensor system in all common production processes of fiber reinforced plastics. For example, a bogie with more than 100 measuring points and a triangular wishbone were produced in a prepreg and autoclave or RTM-process, respectively.

Outlook

The KVB currently investigates the long-term behavior of integrated optical waveguides, develops concepts to deal with large datasets and promotes the development of a self-sufficient interrogation system with wireless data transmission. ■

Vergleichsmessung zwischen FBG und DMS Sensoren an einem Druckbehälter

Comparative measurement between FBG and strain gauge sensors on a pressure vessel

i Institut für Konstruktion und Verbundbauweisen (KVB) gemeinnützige GmbH, Döbeln
 www.kvb-forschung.de

M.Sc. Martin Ziebler
 Wissenschaftlicher Projektleiter
 +49 3431 734 25 95
 martin.ziessler@kvb-forschung.de

Dipl.-Ing. Christoph Albani
 Leiter Forschung und Entwicklung
 +49 3431 734 25 94
 christoph.albani@kvb-forschung.de

New 3D-Manufacturing Platform

System produces affordable carbon composite parts quickly in production volumes of 100 – 10,000 parts/year

A new 3D-printing platform produces carbon fiber-reinforced thermoplastic (CFRTP) parts with unique surface and aesthetic options. It does so quickly in moderate production volumes and in small-to-medium size and/or thick sections that are challenging to manufacture cost-effectively with manual layup or fully automated production processes.

The technology was developed by Zürich-based 9T Labs AG and combines cloud-based simulation software with two pieces of equipment. The Build Module is a 3D printer for layup/preform production that uses both neat filaments – in polyamide 12 (PA12), polyphenylenesulfide (PPS), polyetheretherketone (PEEK) or polyetherketoneketone (PEKK) plus off-the-shelf, qualified carbon fiber tapes (also PA12, PPS, PEEK or PEKK matrices). Those are slit, then roll-formed into tubular filaments that provide fine printing resolution.

Hybrid System

Preforms next enter the Fusion Module, a compact compression press with matched-metal dies and integral heater/chiller for consolidation and forming into finished parts up to 350 mm x 270 mm x 250 mm in size and up to 60 % fiber-volume fractions (FVFs). Depending on part dimensions, a Build Module can produce up to 3,000 preforms/year and a Fusion Module can mold up to 13,000 parts/year. Neat filaments lower FVFs and costs in areas where perfor-

mance is less demanding. Or – in certain cases where the part will be machined post-printing – pure polymer filaments can be used to print the final layers, creating a resin-rich, homogeneous surface faster and at lower cost.

The system offers design flexibility and fiber placement control in all three axes, excellent low-void surfaces, and high repeatability/reproducibility with 100 % traceability. Structural parts are targeted at aerospace, sporting goods, automotive, industrial, medical devices, and many other markets.

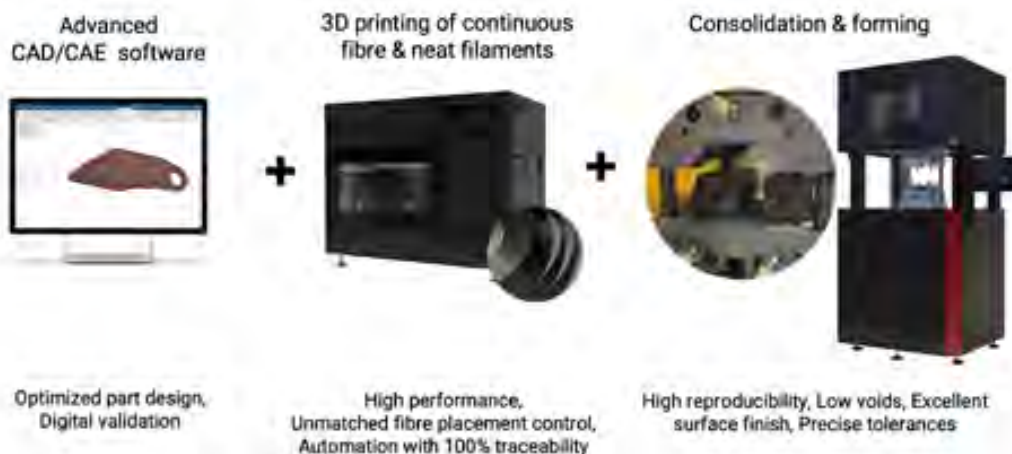
» Our system allows for a remarkable design flexibility and interesting aesthetic options, including biomimetics.«

**Yannick Willemin,
Head of Marketing & Business Development**

Unique Aesthetics

Interesting aesthetic options also are possible with this system, including biomimetics. For example, various fabric weaves, non-crimp fabrics, or decorative films can be used as surface layers applied after printing and before consolidation. Or fibers can be laid down in novel patterns to create wavy, flowing surfaces reminiscent of Japanese wood prints or burl wood. Still other materials (e.g. gold leaf) can be incorporated with carbon fiber to create unique surfaces with high depth-of-image (DOI).

Digital & Functional Prototyping & Industrial Scaling in Hybrid 3D-Printing Platform



A unique hybrid polymer additive manufacturing technology produces structural CFRTP parts quickly, cost-effectively

Structural Applications Produced in Hybrid 3D-Printing Platform

Helicopter door hinge



Surgical tool



Automotive bracket



Medium-size parts can be produced in low-to-medium production volumes to support demanding markets and applications

Other commercial thermoplastic tapes and filaments in transparent, translucent, or opaque colors also can be used to further expand aesthetic opportunities and extend CFRTP materials into luxury/consumer goods, including watches, cases, and decorative panels for home/business use. ■

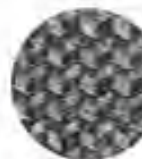
i 9T Labs AG, CH-Zürich
Yannick Willemin
 Head of marketing & business development
 +41 78 665 69 70
 @ yannick@9TLabs.com
 www.9tlabs.com

Unique, even biomimetic surfaces can be created owing to the high design flexibility of the system

Unique Surfaces also can be Produced in Hybrid 3D-Printing Platform



Incorporate materials like gold leaf with carbon fibre



Achieve true depth effects unattainable conventionally



Create unconventional, organic patterns on structural & functional CFRTP parts



Mimic feel of burl wood or Japanese wood prints

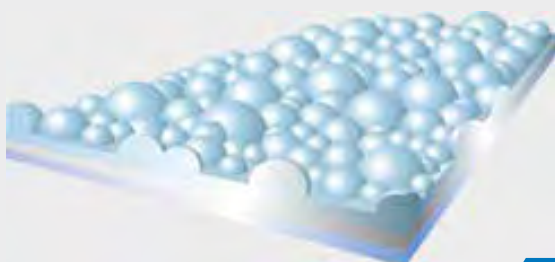


Create designs with unique wavy, flowing surfaces

topocrom

TOPOCROM® Oberflächensysteme für die faserschonende Verarbeitung von Filamenten.

- Vermeidung von Fadenspliss
- wesentlich reduzierte Staubbildung
- weniger Anhaftung der Filamente



Worauf es bei der Faserverarbeitung ankommt.

Besonderheiten in der Verarbeitung der Kohlenstoff-Faser:

- Filament-Bruch
- Spliss-Erscheinungen
- aggressives Abrasionsverhalten

- Vermeidung von Umwicklungen
- Benetzbarkeit mit Flüssigkeiten (Avivagen)
- hohe Abrasionsfestigkeit



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

Zu gut für die Tonne

Wiederverwendung von CFK-Bauteilen statt werkstofflichem Recycling

Mit dem zunehmenden Einsatz von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) gewinnt auch die Frage nach dem End-of-Life (EoL) von FKV-Bauteilen zunehmend an Bedeutung. Im Gegensatz zu aktuell verfügbaren FKV-Recyclingverfahren basiert ein neuer Ansatz auf der vollständigen Wiederverwendung von FKV-Bauteilen und nutzt dabei die optimalen Langzeiteigenschaften der FKV-Werkstoffe.

Faser-Kunststoff-Verbunde, insbesondere mit Kohlenstofffaserverstärkung (CFK), sind extrem leistungsfähige, aber teure Werkstoffe. Aufgrund der dadurch sehr hohen Bauteilkosten ist der Einsatz von CFK-Materialien bislang noch begrenzt. Durch neue Fertigungsansätze und Konstruktionsmethoden konnten die Kosten in den letzten Jahren reduziert werden. Auch vor dem Hintergrund von Leichtbaubestrebungen zur Reduzierung des Energieverbrauchs war ein vermehrter Einsatz von CFK-Materialien zu beobachten.

Die Hälfte wird vernichtet

Neben den hohen Kosten stellt auch das Recycling von CFK-Bauteilen eine Herausforderung dar, weshalb die Forschung in diesem Bereich in den letzten Jahren intensiviert wurde. Der Fokus der Forschung lag verstärkt auf der Rückgewinnung der teuren Fasern durch chemische oder thermische Prozesse. Die Matrix wird dabei entweder verbrannt oder aufgelöst und ist somit nur selten wiederverwendbar.

Dabei verfügen kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe über erhöhte Ermüdungsfestigkeiten im Vergleich zu metallischen Werkstoffen und eine reduzierte Korrosionsneigung.

Ausbauen, einbauen, weitermachen

Diese exzellenten Materialeigenschaften von CFK in Bezug auf die Langlebigkeit bilden die Grundlage für einen völlig neuen Ansatz für die EoL-Nutzung, den die drei CU-Mitglieder INVENT GmbH, Fraunhofer IWU und EDAG Engineering GmbH im Rahmen des EU-geförderten Forschungsprojekt FiberEUse verfolgten. Ziel war die Wiederverwendung ganzer Bauteile und Nutzung der exzellenten Materialeigenschaften von CFK in Bezug auf die Langlebigkeit.

Beispielhaft umgesetzt wurde das neue Reuse-Konzept an einer Sitzstruktur und einer



Abb. 1
Demonstrator der wiederverwendbaren E-Fahrzeugplattform und Sitzstruktur auf der Mailänder design week

Plattform für E-Fahrzeuge. Beide Strukturen wurden faserverbundgerecht und speziell für die Wiederverwendung in weiteren Fahrzeugen ausgelegt und konstruiert. Sie basieren auf einer Kombination aus kohlenstofffaserverstärkten Profilen und Verbindungselementen aus Bulk Moulding Compound (BMC).

Bei der Fahrzeugplattform tragen die im Pultrusionsprozess hergestellten Profile maßgeblich zur Steifigkeit des Fahrzeugs bei und schützen die Batterien vor den Auswirkungen eines Unfalls. Die prozesstechnischen Herausforderungen bei der Herstellung der Plattformprofile waren sowohl die Größe und komplexe Geometrie als auch der Lagenaufbau aus unidirektionalen Fasern und verschiedenen Textilien.

Für mehr Nachhaltigkeit wurde evaluiert, inwiefern thermisch recycelte Fasern zur Bauteilfertigung eingesetzt werden können. Dafür wurden die mechanischen Kennwerte eines BMC mit recycelten Fasern (rBMC) mit einem Neumaterial verglichen. Es zeigten sich gering reduzierte Kennwerte durch die Nutzung der Recyclingfasern, weshalb die Profilknoten der Sitzstruktur mit den Materialkennwerten eines rBMC berechnet und prototypisch gefertigt wurden.



Diese Publikation wurde im Rahmen des Projekts FiberEUse erstellt, das von der Europäischen Union im Rahmen des Forschungs- und Innovationsprogramms Horizont 2020 unter der Finanzhilfsvereinbarung Nr. H2020-730323-1 gefördert wurde.

Neue Wege, neue Ideen

Ein wichtiger Aspekt für die Wiederverwendung von Bauteilen oder Strukturen sind schnelle und einfache Demontagelösungen. In diesem Zusammenhang konnte von den Projektpartnern ein Mechanismus für lösbare Klebverbindungen auf Basis von thermisch expandierenden Partikeln entwickelt werden.

Zur Realisierung eines solchen Wiederverwendungskonzepts sind neben den technischen Fragestellungen auch rechtliche und logische Aspekte zu beachten sowie neue Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle zu entwickeln. ■

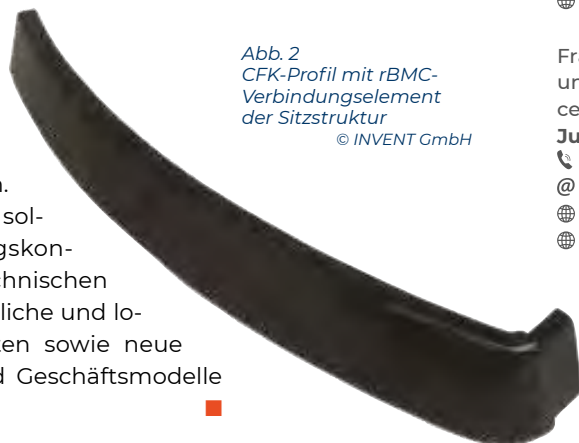


Abb. 2
CFK-Profil mit rBMC-
Verbindungselement
der Sitzstruktur
© INVENT GmbH



INVENT GmbH, Braunschweig

Dipl.-Ing. Jesper de Wit

☎ +49 531 24466-72

@ jesper.dewit@invent-gmbh.de

🌐 www.invent-gmbh.de

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik | Fraunhofer IWU, Projektcenter Wolfsburg

Justus von Freeden M.Sc.

☎ +49 162 105 64 30

@ justus.freeden@iwu.fraunhofer.de

🌐 www.iwu.fraunhofer.de

🌐 www.hybridleichtbau.fraunhofer.de

Leichter aufs Treppchen

Top-Plätze im Spitzensport auch durch den Hochleistungswerkstoff Carbon

Auf dem Weg zur Weltspitze vertrauen Spitzensportler*innen dem Berliner Institut für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten (FES). Auch mithilfe von Carbon optimieren seine Expert*innen Sportgeräte sportart- und personenspezifisch. Prominentes Beispiel ist etwa das Rad von Lisa Klein, die 2021 in Tokio im Bahnrad-Verfolgungsfahren der Frauen-Mannschaft olympisches Gold errang.



Der Erfahrungsvorsprung ist hier im wahrsten Sinne des Wortes „Gold wert“. Mit Carbon beschäftigen sich die Fachleute des FES bereits seit 1976, als das Material sein enormes Potenzial erstmals andeutete. Das damals dominante Forschungsfeld Bootsbau, vor allem für Segeln, Ruder- und Kanusport, ist unverändert aktuell. Dann kam der Radsport hinzu, erst mit Scheibenrädern, dann auch mit kompletten Rahmen.

Neuere Forschungsschwerpunkte betreffen Wintersportgeräte wie Ski, Skeleton-Schlitten oder Bobs, aber auch Sportbögen, Speere oder Hochsprungstäbe könnten bald Thema werden.

Generell forschen die Fachteams des FES zum Zusammenspiel von Mensch und Material, im Fall von Carbon in allen Sportarten, in denen „es das Reglement zulässt“.

Kanu und Rudern

Im Bereich Kanu werden im FES alle olympischen Bootsklassen entwickelt und gefertigt. Schwerpunkte bei der Bootsentwicklung, und

das gilt auch für Ruderboote, sind die Reduzierung des hydrodynamischen Widerstandes, die Verbesserung des Masse-Steifigkeits-Verhältnisses, die Optimierung der Trägheitsmomente sowie die optimale Anpassung des „Arbeitsbereiches“ der Sportler*innen. Nur ein Boot, das sich im Wettkampf fast gar nicht verformt, bewahrt auch seine ideale Stromlinienform.

Bei der Paddelentwicklung muss der Vortriebswirkungsgrad erhöht werden, und da ist geringes Gewicht Trumpf. So verringert sich das Massenträgheitsmoment, und das spürt der Sportler und die Sportlerin bei jedem Schlag, denn das Paddel muss immer wieder beschleunigt, abgebremst und umgelenkt werden.



Weltweit leichtestes Kanu-Paddel, mit 3D-gedrucktem Hilfswerkzeug

Radsport

Hier entwickelt, fertigt und betreut das FES Rennräder speziell für das Zeitfahren auf der Straße sowie für Kurzzeit- und Ausdauerrennen auf der Bahn. Wichtige Aufgaben sind u.a. CAD-Konstruktion von disziplinspezifischem, UCI-konformen Radmaterial sowie die Weiterentwicklung der Faserverbundtechnologie im Bereich der Auslegung und Fertigung für weniger Masse und mehr Steifigkeit. Entscheidend für den beeindruckenden Erfolg von Lisa Klein und ihrem Team in Tokio war aber die Möglichkeit, so stark zu individualisieren, dass jede der vier Sportlerinnen einen optimale aerodynamische Haltung auf dem Rad einnehmen konnte. So stellten sie mit jedem Lauf einen neuen Weltrekord auf, und holten sich am Ende die verdiente Goldmedaille. ■



Original-Rahmen Lisa Klein OS Tokio, zurück im FES

Olympia 2021 – erfolgreich mit Carbon



Kajak-Einer Slalom Frauen; Bahnrad Mannschaftsverfolgung Frauen, Kajak-Vierer, 500 m, Männer



Rudern Leichtgewichts-Doppelzweier, Männer; Rudern, Achter, Männer; Bahnrad, Teamsprint, Frauen; Kajak-Zweier, 500 m, Männer



Bogenschießen, Team, Frauen; Canadier-Einer, Männer und Frauen; Kajak-Einer, Männer; Canadier-Zweier, 1000 m, Männer; Segeln, 49er, Männer; Segeln, Nacra 17, Mixed

Unsere Frau in Tokio

„Schwarzes Gold“, nämlich Carbon, kennt Debbie Klijn sehr gut, immerhin arbeitet sie seit vielen Jahren mit CU-Koordinator Stefan Steinacker bei Leichtbau-Messen zusammen. Gleichwohl gibt es Situationen, in denen ihr echtes Gold lieber ist. Denn CU-Mitarbeiterin Debbie Klijn ist die Torwart-Trainerin der niederländischen Frauen Handball-Mannschaft und begleitete ihr Team mit Medaillenhoffnung zu den Olympischen Spielen 2021 nach Tokio. Das hat



Foto: privat

leider nicht geklappt, andere Erfolge jedoch sehr wohl. Dass deutsche Athletinnen und Athleten bei den Olympischen und Paralympischen Spielen 2021 im Segeln, Rudern, Diskuswerfen, Kajak-, Canadier- und Bahnradfahren auch dank Carbon auf den Siegereppchen standen, freut Klijn sehr. „Carbon ist enorm vielseitig und eröffnet auch im Sport tolle Chancen! Mein Glückwunsch, dass sie hier so erfolgreich genutzt wurden.“



Individuell angepasst – FES-Werkzeugbau für die Kanuflotte



Institut für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten (FES), Berlin
Oliver Hecken, Abteilungsleiter Faserverbundtechnologien
 +49 30 53 89 03 00
 info@fes-sport.de
 fes-sport.de

CU-Mitglieder (Stand Dezember 2021)

64 PARTNER





CU-Mitglieder im Heft | CU members in this issue

9T Labs	58	ITKE Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen, Universität Stuttgart	24
Airbus Helicopters Deutschland GmbH	45	ITM Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik, TU Dresden	26, 38
AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V.	48	IWU Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik	42, 51, 60
Cevotec GmbH	44	IZFP Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren	31
Coriolis GmbH MF TECH SAS	54	KOHPA GmbH	18
FES Institut für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten	61	KVB Institut für Konstruktion und Verbundbauweisen gGmbH	56
FloorBridge International GmbH	33	Montanuniversität Leoben, Department Kunststofftechnik	28
Grasse Zur Ingenieursgesellschaft mbH	40	PFH Private University of Applied Sciences	36
hochschule 21 gGmbH	35	Roth Composite Machinery GmbH	52
ICD Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung	24	rothycon Roy Thyroff Consulting	34
IGCV Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik	30, 32	Schill+Seilacher „Struktol“ GmbH	49
Invent GmbH	60	TITK Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V. Thuringian Institute for Textile and Plastics Research	46
IPA Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung	22		
ITECH Integrative Technologies and Architectural Design Research, Universität Stuttgart	24		

CU reports 01/2022*

Fokus: Kreislaufwirtschaft | Focus: Circular economy

Regional, national, global!

* **Redaktionsschluss** 01. April 2022 **editorial deadline**



CU reports

Julia Konrad

CU Marketing & Communications

☎ +49 351 46 34 26 41

@ julia.konrad@composites-united.com

Elisabeth Schnurrer

☎ +49 821 364 48

@ cu-reports@t-online.de

🌐 www.composites-united.com

Media Consulting

vmm wirtschaftsverlag

Barbara Vogt

Kleine Grottenau 1

86150 Augsburg

☎ +49 821 4405-432

@ b.vogt@vmm-digital.de

🌐 www.vmm-wirtschaftsverlag.de



IMPRESSUM

ISSN 2699-4534

Herausgeber | Published by:

Composites United e.V.
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 |**Speakers of Steering Committee:**

Prof. Dr. Hubert Jäger,
Prof. Dr. Dieter Meiners

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 (2021)

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 provi-
ded by CU members.

Titelbild | Cover:

Maison Fibre des Exzellenzclusters
,Integrative Computational Design
and Construction for Architecture'
(IntCDC) der Universität Stuttgart,
Prototyp auf der 17. Int. Architektur-
ausstellung – La Biennale di Venezia
2021, Italien
© ICD/ITKE/IntCDC der Universität
Stuttgart

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:
1.500 Exemplare |
1.500 copies
Online:



LIGHT CON

1 - 2 JUNE 2022
HANNOVER | GERMANY

INTERNATIONAL
CONVENTION FOR
LIGHTWEIGHT SOLUTIONS

NEW LOCATION
NEW CONCEPT
JOIN US!

Your Future with
Lightweight Design

WWW.LIGHTCON.INFO



Deutsche Messe



Founding
Partner