

AVK COMPOSITES REPORT 08

Inno vati ve Material Solu- LÖSUNGEN tions

INHALT | CONTENT

8 UNIVERSITÄT BAYREUTH
Ressourceneffiziente Produktion
Resource-efficient production

12 FRAUNHOFER IGCV
Recycelte Carbonfasern
Recycled carbon fibres

28 DTNW
Rauchunterdrückende Flammschutzmittel
Smoke suppressing flame retardants

COMPOSITES REPORT 08

100 **AVK**
1924-2024

5

AVK

Sichtweise:

Digitalisierung unterstützt
die Materialentwicklung

Point of view:

Digitization supports material
development

8

UNIVERSITÄT BAYREUTH, LEHRSTUHL POLYMERE WERKSTOFFE

Auf dem Weg zu einer ressour-
ceneffizienteren Produktion im
Bereich der Luftfahrt

Towards more resource-efficient
production in the aviation sector

12

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR GIESSEREI-, COMPOSITE- UND VERARBEITUNGSTECH- NIK IGCV

Entwicklung eines Thermoplasts
und eines dazugehörigen Ver-
arbeitungsprozesses für recycelte
Carbonfasern

Development of a thermoplastic
material and manufacturing pro-
cess for recycled carbon fibers

Liebe Leserinnen und Leser,

die gesamtwirtschaftliche Situation in Deutschland gibt zur Zeit Anlass zur Sorge. Die Inflation schwächt sich erst langsam ab, die Energiekosten bleiben hoch. Gerade die Rohstofflieferanten haben mit großen Einbrüchen zu kämpfen, während die Produzenten immer noch volle Auftragsbücher haben. Dennoch zeigt sich, dass sich die Kunststoffindustrie weiter stark macht für den Standort Deutschland und sich bereit macht, nachhaltig zu produzieren. Die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen in der Composites-Industrie arbeiten an neuen Lösungen. Deshalb betrachten wir in unserer neuen Reportausgabe unterschiedliche Materialien, die verschiedene Vorteile von Composites vereinen, aber auch weiterdenken, um neue Märkte zu erschließen und weniger nachhaltige Materialien zu ersetzen.

In diesem Heft stellen wir Ihnen deshalb unter anderem rauchunterdrückende NFK vor oder das Recycling von Carbonfasern mit einer anschließenden Second-Life-Anwendung. Weiter geht es um hochsteife, antistatische Composites-Leitungssysteme, die zum Fluidtransport in Nieder- und Hochdruck-Anwendungen geeignet sind und um nachhaltige Pultrusions-Sandwich-Profile mit Myzel-Kern. Hochbelastbare Befestigungslösungen für Leichtbauanwendungen werden betrachtet sowie neuartige UV/thermisch dualhärtende Harzsysteme und Alternativen zu herkömmlichen phenolharzbasierten Glasfaserprepregs im Luftfahrtinterieur. Diese unterschiedlichen Beiträge unserer Mitgliedsinstitute machen Mut und Lust zu sehen, was Composites auch im schwierigen Marktumfeld alles leisten können. Composites sind seit über 100 Jahren aus der Industrie nicht wegzudenken und sind für die Zukunft gut aufgestellt. Auch uns, die AVK, gibt es 2024 seit 100 Jahren! Wir waren immer am Puls der Zeit und wollen es auch bleiben. Wir möchten mit Ihnen unser Jubiläum feiern und mit Ihnen in eine gute Zukunft gehen.

Ihr
Dr. Elmar Witten, AVK-Geschäftsführer



16

**FRAUNHOFER-INSTITUT
FÜR GIESSEREI-, COMPOSITE-
UND VERARBEITUNGSTECH-
NIK IGCV**

AntiStatic – Hochsteife antistatische Composite-Leitungssysteme
AntiStatic – Highly rigid antistatic composite piping systems

24

**UNIVERSITÄT BAYREUTH,
LEHRSTUHL POLYMERE
WERKSTOFFE**

Die Zukunft nachhaltiger Materialien: Faser-Kunststoff-Verbunde aus ökologischen Rohstoffen
The future of sustainable materials: fibre-plastic composites from ecological raw materials

32

TU DRESDEN

Hochbelastbare Befestigungslösungen für Leichtbauanwendungen
Highly resilient fastening solutions for lightweight applications

20

**FRAUNHOFER-INSTITUT
FÜR GIESSEREI-, COMPOSITE-
UND VERARBEITUNGS-
TECHNIK IGCV**

Nachhaltige Pultrusions-Sandwich-Profile mit Myzel-Kern
Sustainable pultrusion sandwich profiles with mycelium core

28

**DEUTSCHES
TEXTILFORSCHUNGS-
ZENTRUM NORD-WEST DTNW**

Rauchunterdrückende borhaltige Flammschutzmittel für Naturfaserverbundwerkstoffe
Smoke-suppressing boron-containing flame retardants for natural fibre composites

Impressum

AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e. V.
Am Hauptbahnhof 12
60329 Frankfurt am Main
Tel.: +49 69 271077-0
Mail: info@avk-tv.de
Homepage: www.avk-tv.de
Geschäftsführer: Dr. Elmar Witten

Dear reader,

The overall economic situation in Germany is currently a cause for concern. Inflation is only slowly weakening, energy costs remain high. Raw material suppliers in particular are struggling with major slumps, while producers still have full order books. Nevertheless, it is evident that the plastics industry continues to make a strong case for Germany as a business location and is getting ready to produce sustainably. The research and development departments in the composites industry are working on new solutions. That is why in our new report issue we look at different materials that combine various advantages of composites, but also think ahead to open up new markets and replace less sustainable materials.

In this issue we therefore present, among other things, smoke-suppressing NFRP or the recycling of carbon fibres with a subsequent second-life application. Further topics are highly rigid, anti-static composite pipe systems suitable for fluid transport in low and high pressure applications and sustainable pultrusion sandwich profiles with mycelium core. Highly resilient fastening solutions for lightweight applications will be considered, as well as novel UV/thermal dual-curing resin systems and alternatives to conventional phenolic resin-based glass fibre prepregs in aerospace interiors. These diverse contributions from our member institutes are encouraging and make us want to see what composites can achieve even in a difficult market environment. Composites have been an essential part of industry for over 100 years and are well prepared for the future. We, AVK, have also been around for 100 years in 2024! We have always had our finger on the pulse of time and want to stay that way. We would like to celebrate our anniversary with you and move into a bright future with you.

Kind regards,

Dr. Elmar Witten
AVK-Geschäftsführer

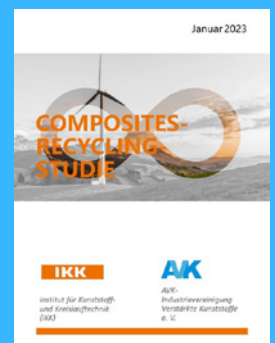


AVK

Composites- Recycling-Studie

Die Studie ist für 799,- Euro (zzgl. MwSt.) bei der AVK im PDF-Format erhältlich (für AVK-Mitglieder für einen ermäßigten Preis von 399,- Euro zzgl. MwSt.).

Mehr dazu unter:
www.avk-tv.de



Für die Bestellung senden
Sie bitte eine Mail an:
info@avk-tv.de
Kennwort: Recycling-Studie

AVK

SICHTWEISE

Digitalisierung unterstützt die Materialentwicklung

Autor: Volker Mathes

Das Schlagwort Digitalisierung ist in den letzten Jahren zu einem zentralen Element der Diskussion um die Zukunftsfähigkeit der Industrie geworden. Die Facetten und Möglichkeiten, die sich hinter diesem Begriff verbergen sind dabei äußerst vielfältig. Genau diese Heterogenität macht es aber auch schwierig das Thema greifbar zu machen. Vor allem den innovationsstarken KMU scheint oftmals der Ansatzpunkt zur konkreten Umsetzung zu fehlen. Die digitale Revolution, von der vielfach die Rede ist, scheint ganze Unternehmensformen von der Zukunftsfähigkeit abzuschneiden. „Digitize or Die“ ist das Gebot der Stunde!

Diesem Gebot kann man allerdings guten Gewissens widersprechen. Definitiv bezeichnet eine Revolution „eine schnelle, radikale (i. d. R. gewaltsame) Veränderung der gegebenen (politischen, sozialen, ökonomischen) Bedingungen“. (Bundeszentrale für politische Bildung). Betrachtet man die Möglichkeiten, die Digitalisierung bietet, so sieht man durchaus eine schnelle Entwicklung. Diese ist aber wenig radikal und nicht gewaltsam. Vielmehr handelt es sich um eine Entwicklung, die auf sich wandelnde Rahmenbedingungen und Möglichkeiten aufbaut. Digitalisierung sollte vielmehr als Chance verstanden werden, Änderungen zu sehen und die Chancen zu nutzen: „Digitize and Participate“.

Die enorme Bedeutung von Digitalisierung zeigt sich in verschiedenen Ebenen. So lässt sich beispielsweise mit der Schaffung integrativer Prozessketten und abgestimmten Wertschöpfungsstufen besser auf schwankende Rohstoffkosten reagieren. Lagerhaltung und mangelnde Verfügbarkeit sind eine große Herausforderung. Materialien müssen just in time und in ausreichender Menge verfügbar sein. Zunehmende Produktverantwortung auf Seiten der Akteure führt zu mehr Verantwortung bei Herstellung, Nutzung sowie Recycling und Rückverfolgbarkeit im „Fehlerfall“. Digitalisierung im System selbst wird immer wichtiger. Die Erfassung und Erhebung von Daten und die damit verbundene, begleitende Steuerung und Optimierung von Produktionsprozessen und

Abläufen (automatische Fehlervermeidung und -korrektur) kann enorme Effizienzgewinne bringen:

Von besonderer Bedeutung ist dabei die Simulation, vor allem für die Entwicklungsarbeit. Die Zeit für „Realtests“ wird immer knapper. Das flexible Reagieren auf Kundenanforderungen wird zu einem zentralen Element. Prozesssimulation bietet auch für Faserverbundkunststoffe (FVK) enormes Potenzial. Moderne Prozesssimulationen fördern das Prozessverständnis und unterstützen die Prozess- und Werkzeugauslegung. Die komplexen physikalischen Vorgänge, die aus der speziellen werkstofflichen Zusammensetzung von FVK resultieren, sind dabei eine Herausforderung. Die zielorientierte Auswahl und Anwendung von Simulationstechnologien erfordert ein Grundverständnis für die FVK-spezifischen Besonderheiten.

Ein neues AVK-Seminar, das vom Simulations-Experten Dr. Miro Duhovic vom Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe in Kaiserslautern geleitet wird, bietet mit der grundsätzlichen Einführung in die Simulationsgrundlagen einen Einblick in die sich rasant entwickelnden Simulationsmöglichkeiten, aber auch -limitationen sowie gängige Anwendungsfälle und Aspekte der Eingangsdatengenerierung. Außerdem bearbeitet die AVK dieses so wichtige Thema auch in Form eines Workshops, der am 25. Januar 2024 in Kooperation mit dem Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University stattfinden wird, sowie in einem eigens dafür ins Leben gerufenen Arbeitskreis. Dieser wird in Kooperation mit dem Leibniz Institut für Verbundwerkstoffe durchgeführt.

Mehr dazu: WWW.AVK-TV.DE

ANSPRECHPARTNER | CONTACT

Volker Mathes
volker.mathes@avk-tv.de
Tel. +49 69 271077-0

POINT OF VIEW

Digitization supports material development



The enormous importance of digitization can be seen at various levels. For example, the creation of integrative process chains and coordinated value creation stages makes it easier to respond to rising/fluctuating raw material costs. Warehousing and lack of availability are a major challenge. Materials must be available just in time, but above all in sufficient quantities. Increasing product responsibility on the part of suppliers/manufacturers leads to more responsibility with regard to production, use and recycling and traceability in the event of a "fault". Digitization in the system itself is becoming increasingly important. The recording & collection of data and the associated, accompanying control and optimization of production processes and workflows (automatic error prevention & correction) can bring enormous efficiency gains:

In recent years, the buzzword digitization has become a central element in the discussion about the future viability of the industry. The facets and possibilities behind this term are extremely diverse. However, it is precisely this heterogeneity that also makes it difficult to make the topic tangible. Especially the innovative SMEs often seem to lack the starting point for concrete implementation. The digital revolution, of which there is much talk, seems to be cutting off entire forms of business from future viability. "Digitize or die" is the order of the day!

However, one can contradict this commandment with a clear conscience. By definition, a revolution is a rapid, radical (usually violent) change in the given (political, social, economic) conditions. If we look at the opportunities offered by digitization, we can see that there has been a rapid development, but it is not very radical, generally not violent, and does not aim to change the aforementioned conditions. Rather, it is a development that builds on changing framework conditions and opportunities. Rather, digitization should be seen as an opportunity to navigate a changing environment and take advantage of the benefits it offers. "Digitize and Participate" would actually be a better slogan.

Of particular importance, especially for development work is simulation. The time for "real tests" is getting shorter and shorter. Flexible reaction to customer requirements is becoming a central element. Process simulation also offers enormous potential for fiber-reinforced plastics (FRP). Modern process simulations promote process understanding and support process and mold design. The complex physical processes resulting from the special material composition of FRP are a challenge. The target-oriented selection and application of simulation technologies therefore requires a basic understanding of the specific features of FRP. A new AVK seminar led by simulation expert Dr. Miro Duhovic from the Leibniz Institute for Composite Materials in Kaiserslautern offers a basic introduction to simulation fundamentals and an insight into the rapidly developing simulation possibilities, but also limitations, as well as common use cases and aspects of input data generation. In addition, AVK is also working on this important topic in the form of a workshop to be held on January 25, 2024 in cooperation with the Institute of Textile Technology (ITA) at RWTH Aachen University, as well as in a working group set up specifically for this purpose. This is carried out in cooperation with the Leibniz Institute for Composite Materials.

Further information: WWW.AVK-TV.DE



AVK

Composites Recycling Study

The study will also be available in English from the end of 2023. Pre-order today! PDF format for 799 € (plus VAT) (for AVK members for a reduced price of 399 €)

Further information:
www.avk-tv.de



To pre-order, please send an e-mail to: info@avk-tv.de
Keyword: Recycling Study English

Auf dem Weg zu einer RESSOURCENEFFIZIENTEREN Produktion im Bereich der Luftfahrt

Entwicklung neuartiger UV/thermisch dualhärtender Harzsysteme zur Ermöglichung einer Direktkonsolidierung im FVK-Herstellungsprozess.

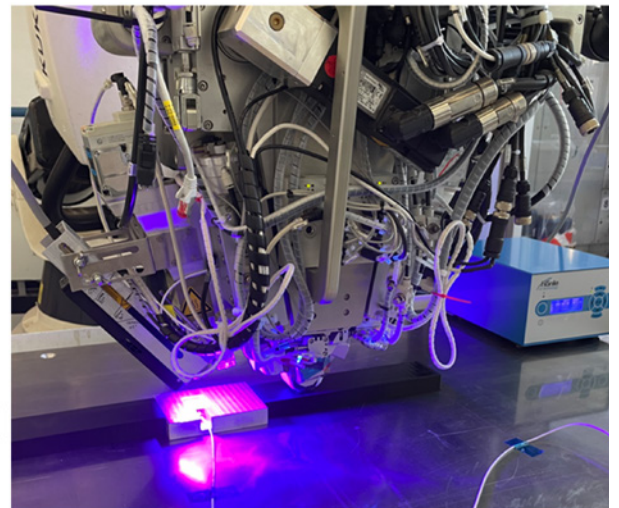
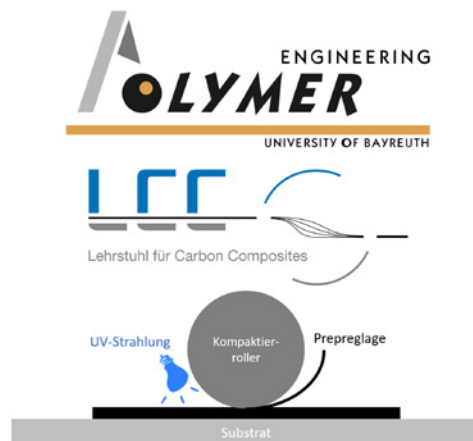
Autoren: Florian Schön, Prof. Holger Ruckdäschel

Angesichts der anhaltenden Energiekrise und dem Ruf nach mehr Nachhaltigkeit ist die Entwicklung und der Einsatz neuer energiearmer Herstellungsprozesse von immer größerer Bedeutung. Innerhalb der Luftfahrtindustrie wird bereits seit Jahren durch den „Flightpath 2050“ das Ziel einer Reduktion der CO₂-Emissio-

nes (LCC) der Technischen Universität München an der Entwicklung neuartiger Harzsysteme und der Übertragung auf Prepregs, welche sich zur Möglichkeit der direkten Konsolidierung während der Tapeablage eignen.

Zu diesem Zweck wurde ein UV/thermisch dualhärtendes

Abb. 1: Schematische Darstellung des Verfahrens zur Direktkonsolidierung mittels UV-Strahlung, sowie Aufbau des speziell modifizierten AFP-Kopfs des Projektpartners LCC.



sionen verfolgt. Dies betrifft jedoch nicht nur den aktiven Flugbetrieb, sondern auch die Herstellungsprozesse neuer Flugzeuge aufgrund ihrer energieintensiven Produktion.

Im Luft- und Raumfahrtsektor ist das Autoklavverfahren, in welchem die Bauteile unter Vakuum und hohen Drücken zu einem homogenen Endprodukt prozessiert werden, zur Erzielung höchster Bauteilqualitäten ein Hauptfaktor für den hohen Energiebedarf. Ein möglicher Ansatz zur Reduzierung dieses Energiebedarfs besteht darin, energieeffiziente UV-Aushärtung im Bereich der CFK-Produktion zu etablieren. In diesem Zusammenhang forscht der Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe (LSPW) der Universität Bayreuth im öffentlich geförderten LuFo VI-1-Projekt „InLineCon“ (Inline-Konsolidierung; FKZ: 20E1903B) in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Carbon Com-

posites (LCC) der Technischen Universität München an der Entwicklung neuartiger Harzsysteme und der Übertragung auf Prepregs, welche sich zur Möglichkeit der direkten Konsolidierung während des AFP (Automated Fiber Placement)-Prozesses ermöglicht, gleichzeitig jedoch auch über vergleichbar hohe mechanische Eigenschaften etablierter Luftfahrtsysteme verfügt. Mittels eines reinen thermischen Nachhärteschritts wird das volle Potenzial des neuartigen Materialsystems ausgeschöpft, ohne dass ein Autoklavprozess notwendig ist.

Ermöglicht wird dies durch die spezielle Kombination des UV/thermisch dualhärtenden Harzsystems. Hierbei wird das Gesamtsystem zunächst per UV-Strahlung innerhalb von Sekunden einem B-Staging (Teilvernetzung) unterzogen. Im Anschluss erfolgt eine thermische Aushärtung zur vollständigen Vernetzung, um das finale Eigenschaftsprofil zu erreichen. Dabei wird durch die

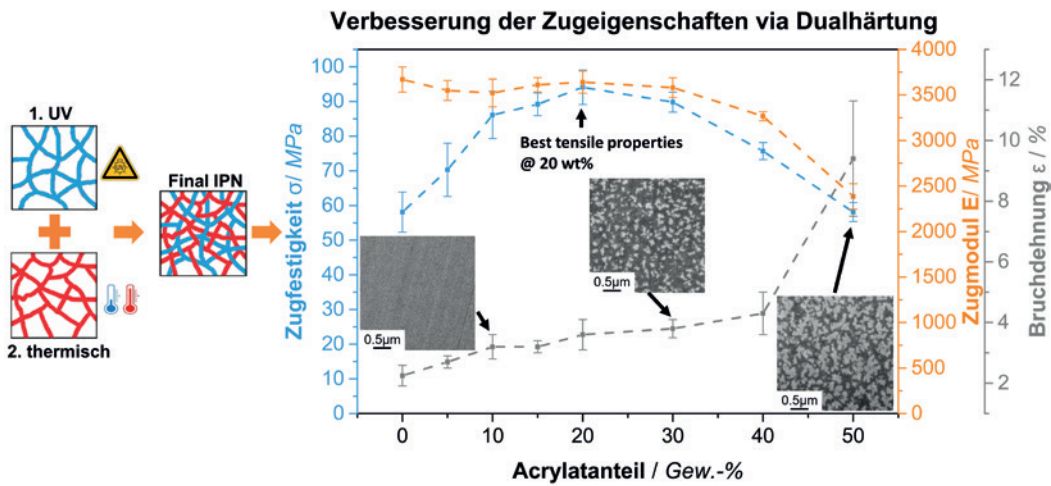


Abb. 2: Prinzip der IPN-Bildung und Entwicklung der Zugeigenschaften des dualhärtenden Systems, in Abhängigkeit des Anteils der UV-härtenden Acrylatkomponente.¹

UV-Komponente der Zustand der Kompaktierung direkt „eingefroren“, um so eine Dimensionsstabilität zu gewährleisten. Durch die Dualhärtung erfolgt zusätzlich die Bildung eines interpenetrierenden Netzwerks (IPN). Es liegen zwei separate Polymernetzwerke vor, welche nur physikalisch ineinander verflochten sind und hauptverantwortlich für die hohen mechanischen Eigenschaften des Systems sind.

ANSPRECHPARTNER

Florian Schönl
 Florian.Schoenl@uni-bayreuth.de

Prof. Holger Ruckdäschel
 Holger.Ruckdaeschel@nmbgmbh.de

Universität Bayreuth, Lehrstuhl Polymere Werkstoffe
 Universitätsstraße 30 | 95447 Bayreuth

Literatur

¹Ligon-Auer, S. C., Schwentenwein, M., Gorsche, C., Stampfl, J. & Liska, R. Toughening of photo-curable polymer networks: A review. *Polym. Chem.* 7, 257–286 (2016).

KRAIBURG LEP
 Leading Edge Protection

www.kraiburg-lep.com

KRAIBURG
 GUMMIWERK KRAIBURG

KRAIBON®
 Rubber improves composites



Elastomer products
 designed for your
 composites.

www.kraibon.com

Towards MORE RESOURCE-EFFICIENT production in the aviation sector

Development of novel UV/thermal dual curing resin systems to enable direct consolidation in the FRP manufacturing process.

Authors: Florian Schön, Prof. Holger Ruckdäschel

The current energy crisis and trend towards enhanced sustainability demands for the development and use of new low-energy manufacturing processes. The aviation industry already pursues the goal of reducing CO₂ emissions for years and adds further momentum by the "Flightpath 2050". Not only active flight operations are considered, but also manufacturing processes of new aircraft parts due to their energy intensive production.

In the aerospace sector, the autoclave process is a major factor in the high energy consumption. Here, components are processed under vacuum and high pressures to produce highest quality components. To reduce this energy consumption, energy-efficient UV curing are one novel route for FRP production.

In this context, the Department of Polymer Engineering (LSPW) at the University of Bayreuth conducts research in the publicly funded LuFo VI-1 project "InLineCon" (Inline Consolidation; FKZ: 20E1903B) in strong collaboration with the Chair of Carbon Composites (LCC) at the Technical

University of Munich. Novel resin systems are developed and transferred into prepregs suitable for direct consolidation during tape deposition.

For this purpose, a novel UV/thermal dual curing resin system was developed. The new system not only allows the possibility of direct consolidation during the AFP (Automated Fiber Placement) process, but also shows mechanical properties similar to established, high-performance aerospace systems. By means of a pure thermal post curing step, the full potential of the novel material system is exploited without the need for an autoclave process.

The approach is based on a special combination of the UV/thermal dual curing resin system. Here, the system is first B-staged (partial crosslinking) within seconds by UV irradiation, which is followed by complete crosslinking via thermal curing to achieve the final property profile. During this process, the UV component directly "freezes" the state of compaction to ensure dimensional stability.

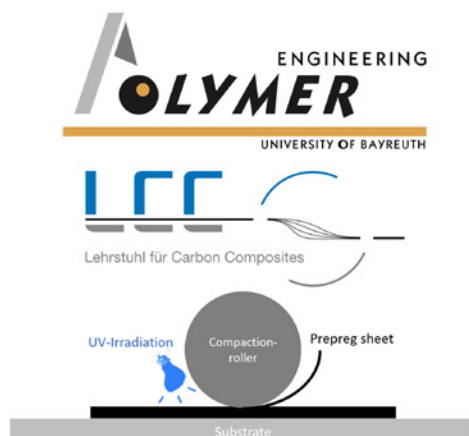
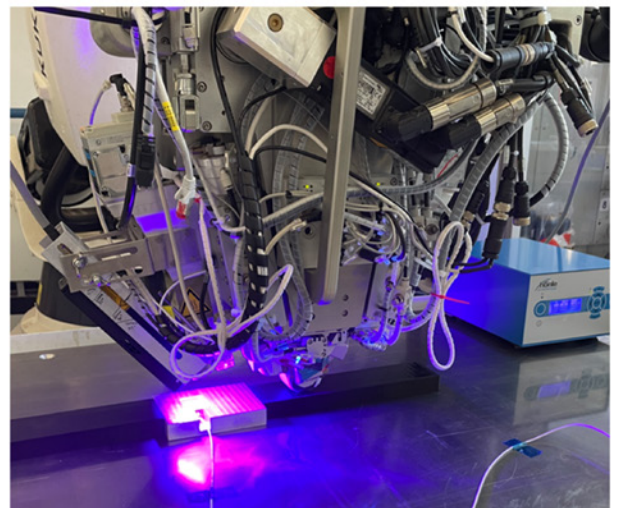


Fig. 1: Schematic representation of the process for direct consolidation using UV irradiation, as well as construction of the modified AFP head of the project partner LCC.



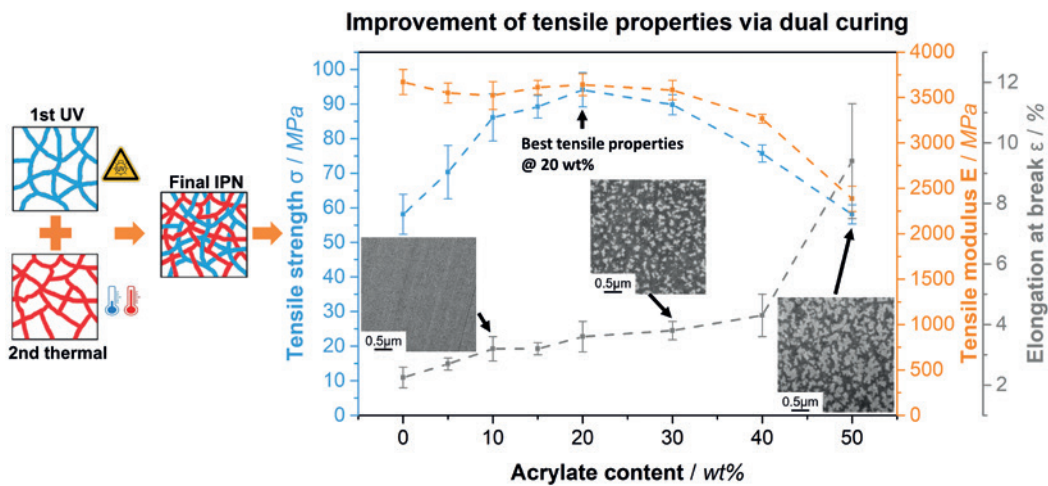


Fig. 2: Principle of IPN formation and development of tensile properties of the dual-curing system, depending on the proportion of the UV curing acrylate component.¹

Dual curing also results in the formation of an interpenetrating network (IPN). The coexistence of two separate polymer networks serves as the main trigger for the excellent mechanical performance of the system.

Literature

¹Farooq, U., Teuwen, J. & Dransfeld, C. Toughening of Epoxy Systems with Interpenetrating Polymer Network (IPN): A Review. *Polymers (Basel)*, 12, 1908 (2020).

CONTACT

Florian Schönl
 Florian.Schoenl@uni-bayreuth.de

Prof. Holger Ruckdäschel
 Holger.Ruckdaeschel@nmbgmbh.de

University of Bayreuth, Department of Polymer Engineering
 Universitätsstraße 30 | 95447 Bayreuth

Ihre Forschungs- und Entwicklungspartner für Leichtbautechnologien

- » Engineering über die gesamte thermoplastische Wertschöpfungskette
- » Innovative Kunststofftechnologien für die Großserie
- » Berechnung und Auslegung von Faserverbundstrukturen mit hoher Leistungs- und Funktionsdichte
- » Recyclingtechnologien

www.leichtbau.tu-chemnitz.de



Entwicklung eines Thermoplasts und eines dazugehörigen Verarbeitungsprozesses für RECYCELTE CARBONFASERN

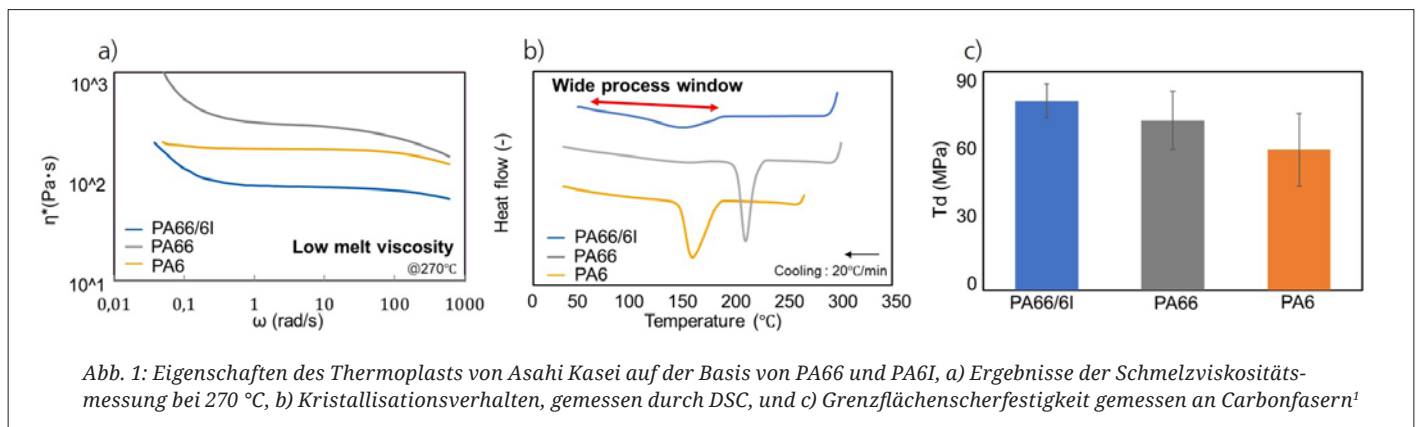
Autor: Bernhard Leitner (IGCV), Frank Manis (IGCV), Shunta Kimura (Asahi Kasei)

Die zirkuläre Nutzung von Werkstoffen gewinnt heute immer mehr an Bedeutung. Um dieses Ziel zu erreichen, arbeiten das Fraunhofer IGCV und die Asahi Kasei Corporation gemeinsam am Recycling von carbonfaserverstärkten Kunststoffen und einer Second-Life-Anwendung von diesen.

Asahi Kasei als Polymerhersteller entwickelt zudem ein thermoplastisches Polymer auf Basis von PA66 und PA6I für den Einsatz mit neuen und recycelten Carbonfasern.

nen Carbonfasern und PA66/6I aufgrund der chemischen Struktur der Polymerkette und der Zusammensetzung der endständigen funktionellen Gruppen sehr gut, was zu einer hohen Grenzflächenscherfestigkeit führt.

Asahi Kasei nutzt dieses Polymer um neue Materialien aus Carbonfaser und PA66/6I wie zum Beispiel unidirektionales Tape Material zu entwickeln. Die Eigenschaften davon sind in Tabelle 1 aufgeführt. Um aber eine Kreislaufwirtschaft zu gewährleisten und die Ver-

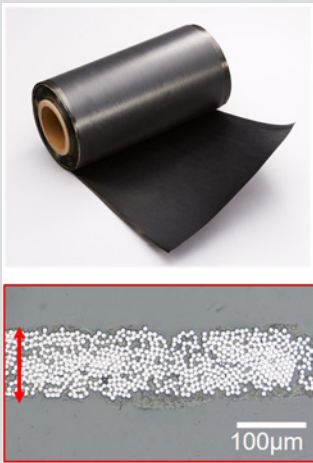


Wie Abbildung 1 zeigt, ist die Schmelzviskosität von diesem PA66/6I niedriger als die von gängigen PA66 oder PA6, und der Kristallisationspeak erstreckt sich über einen weiten Temperaturbereich. Dies führt zu einer sehr guten Imprägnierung der Carbonfasern mit dem Polymer. Darüber hinaus ist die Haftung zwischen einzel-

wendung von PA66/6I in nachhaltigen Materialien nachzuweisen, arbeiten Asahi Kasei und das Fraunhofer IGCV in einem langfristigen Forschungsprojekt zusammen, um recycelte Carbonfasern mit PA66/6I-Polymer zu kombinieren.



Abb. 2: Manuelle Pulverimprägnierung am IGCV für Testplatten, die das verstreute Pulver vor dem Heißpressen zeigen (links), automatische Pulverimprägnierung (Mitte), Organoblechproduktion (rechts) [1]



	Unit	Standards	Properties
Fiber content	vol%	-	50
Density	g/cm ³	ISO 1183	1.52
0° Tensile strength	MPa	EN2561	2550
0° Tensile modulus	GPa	EN2561	143
0° Flexural strength	MPa	EN2562	1800
0° Flexural modulus	GPa	EN2562	144
0° Compression strength	MPa	EN2850	1050
0° Compression modulus	GPa	EN2850	126
Inter laminar shear strength	MPa	EN2563	86
In-plane shear strength	MPa	EN6031	92

Tab. 1: Eigenschaften des UD-Tapes von Asahi Kasei¹

WIEDERVERWENDUNG VON CARBONFASERN DURCH DEN EINSATZ VON CARBONFASERVLISEN

Für den Wiedereinsatz von recycelten Carbonfasern wurden neue Halbzeuge aus Vliesstoff und PA66/6I mit und ohne flammhemmende Eigenschaften entwickelt. Durch den Einsatz eines Flammenschutzadditivs sollen mehr Anwendungen, z. B. auch in der Automobilindustrie, erschlossen werden. Für eine industrielle Demonstration der Prozesskette, wurde ein kontinuierliches Verfahren angewandt, bei dem das Polymer zunächst automatisch auf den Vliesstoff gestreut und anschließend mit einer Doppelbandpresse zu Organoblechen konsolidiert wurde (siehe Abbildung 2).

Bei den Versuchen wurde das PA66/6I mit einem Vlies aus Carbonfasern, welche aus Produktionsabfällen stammen, verpresst und charakterisiert. Es wurde festgestellt, dass Platten aus diesem Material, denen ein Flammenschutzadditiv zugesetzt wurde, eine UL 94 V-0-Einstufung erreichen können, wobei die mechanischen Eigenschaften nahezu auf dem gleichen Niveau wie die der Proben ohne Flammenschutzadditiv sind (siehe Abbildung 3).

Die Kenntnis der mechanischen Eigenschaften und auch der Flammseigenschaften von Werkstoffen aus Rezyklaten ist für den Einsatz dieser Materialien entscheidend. Um diese Herausforderung anzugehen, hat das Fraunhofer IGCV eine Materialdatenbank mit mechanischen Eigenschaften von Materialien auf Basis von rCF aufgebaut.

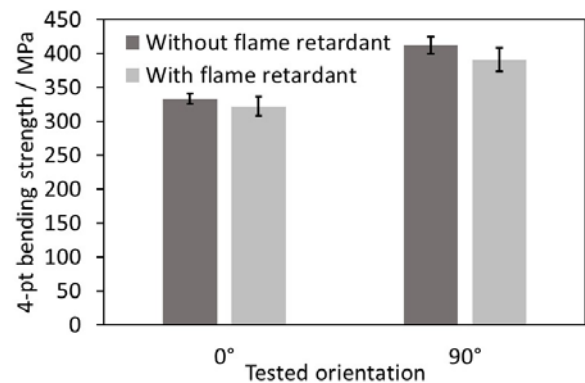
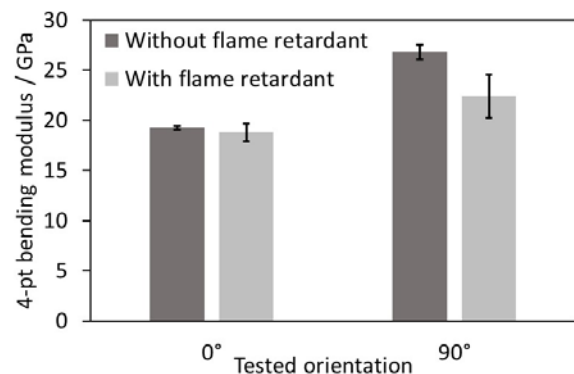


Abb. 3: Mechanische Eigenschaften von CFK aus Carbonfaservlies mit PA66/6I mit und ohne Flammenschutzmittel



ANSPRECHPARTNER

Bernhard Leitner
 bernhard.leitner@igcv.fraunhofer.de
 Tel. +49 821 90678-263

Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV
 Am Technologiezentrum 2 | 86159 Augsburg

¹ For contribution to sustainable society by using recycled carbon fibers, presentation, F. Manis (IGCV), M. Greger (Asahi Kasei), JEC Conference, Paris, 2023

FRAUNHOFER INSTITUTE FOR CASTING, COMPOSITE
AND PROCESSING TECHNOLOGY IGCV

Development of a thermoplastic material and manufacturing process for RECYCLED CARBON FIBERS

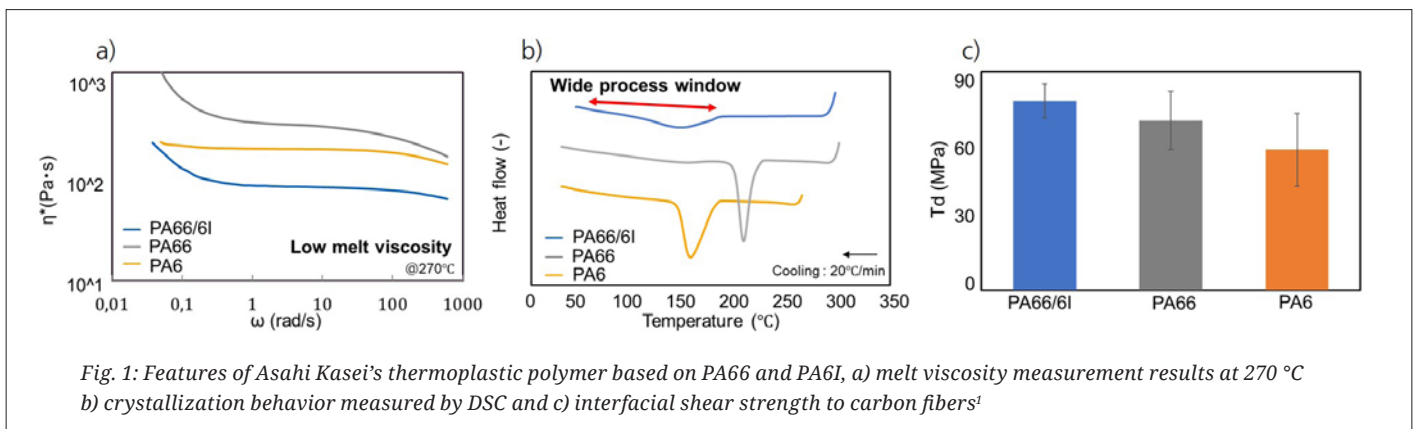
Autor: Bernhard Leitner (IGCV), Frank Manis (IGCV), Shunta Kimura (Asahi Kasei)

Today a circular use of materials is becoming more and more important. To achieve this goal the Fraunhofer IGCV and the Asahi Kasei Corporation are working together on the recycling of carbon fiber reinforced plastics and a second life application.

Asahi Kasei as a polymer producer is developing a thermoplastic polymer based on PA66 and PA6I for the use with virgin and recycled carbon fibers. As the Figure 1 shows, the melt viscosity of PA66/6I is much lower compared to

and PA66/6I is very strong, resulting in a high interfacial shear strength.

Asahi Kasei is working on virgin carbon fiber-based material like PA66/6I unidirectional tape material. The performance of such material can be found in Table 1. To ensure a circular economy and proof the use of PA66/6I within sustainable materials Asahi Kasei and Fraunhofer IGCV started a long-term research project to combine recycled carbon fibers with PA66/6I polymer.



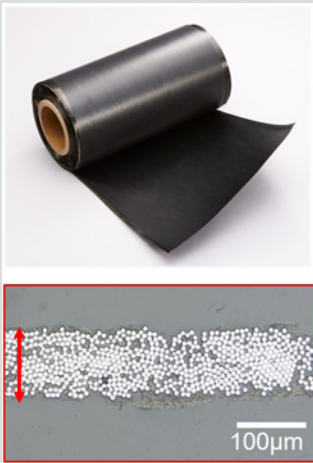
PA66 and PA6, and its crystallization peak is very broad. This leads to a very good impregnation of polymer between the carbon fibers and a high bonding between the layers of the composite material. In addition due to its chemical structure of the polymer chain and terminal functional group composition, the adhesion between carbon fibers

REUSE OF CARBON FIBERS VIA CARBON FIBER NONWOVEN

Asahi Kasei and the Fraunhofer IGCV are developing together new semi-finished products made from dry-laid nonwoven and the PA66/6I polymer with and without flame



Fig. 2: Manual powder impregnation at IGCV for test panels, showing the scattered powder before heat pressing (left), Automated powder impregnation (middle), Organosheet production (right) [1]



	Unit	Standards	Properties
Fiber content	vol%	-	50
Density	g/cm3	ISO 1183	1.52
0° Tensile strength	MPa	EN2561	2550
0° Tensile modulus	GPa	EN2561	143
0° Flexural strength	MPa	EN2562	1800
0° Flexural modulus	GPa	EN2562	144
0° Compression strength	MPa	EN2850	1050
0° Compression modulus	GPa	EN2850	126
Inter laminar shear strength	MPa	EN2563	86
In-plane shear strength	MPa	EN6031	92

Table 1: Properties of Asahi Kasei's UD tape¹

retardant properties. The usage of a flame retardant additive aims at the coverage of more applications e.g. for the automotive industry. To demonstrate the possibility of producing organsheets with the same material on an industrial scale level, a continuous process was used, consisting of an automated powder scattering of the polymer on top of the nonwoven followed by a double belt pressing process, which can be seen in Figure 2.

The Asahi Kasei PA66/6I polymer matrix was used with nonwoven made of carbon fibers coming from production waste. It was found that panels made from this material added with a flame retardant can achieve a UL 94 V-0 rating, with retention of most of mechanical properties determined with 4-pt bending test, see Figure 3. The knowledge of mechanical properties and also flame retardancy properties of materials made from recycled material is crucial for the usage of this material. To address this challenge the Fraunhofer IGCV is setting up a material data base filled with mechanical properties of material based on rCF.

CONTACT

Bernhard Leitner
 bernhard.leitner@igcv.fraunhofer.de
 Phone +49 821 90678-263

Fraunhofer Institute for Casting, Composite and Processing Technology IGCV
 Am Technologiezentrum 2 | 86159 Augsburg

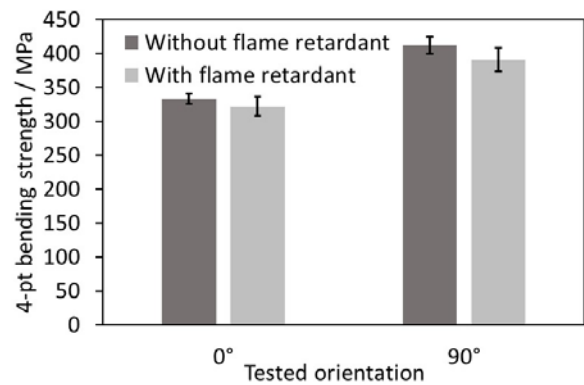
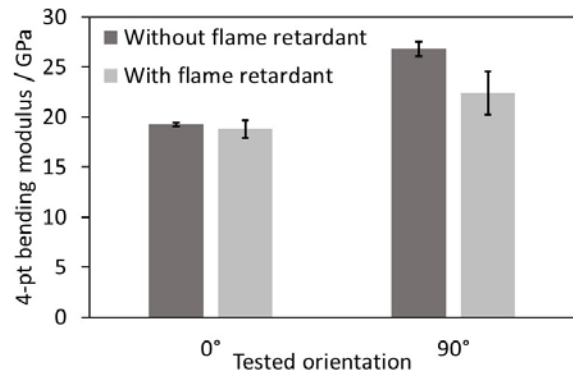


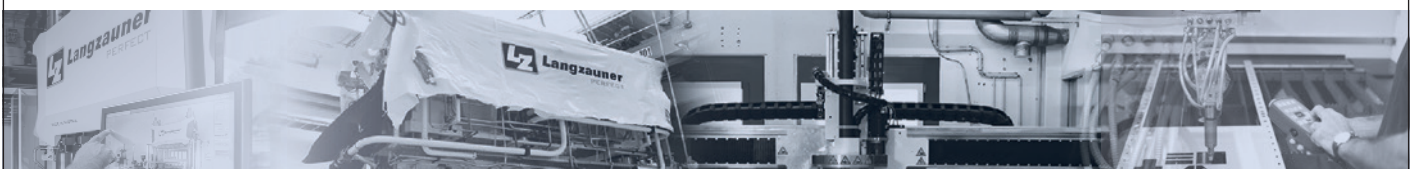
Fig. 3: Mechanical properties of CFRP made from carbon fiber nonwovens with PA66/6I with and without flame retardant properties



¹ For contribution to sustainable society by using recycled carbon fibers, presentation, F. Manis (IGCV), M. Greger (Asahi Kasei), JEC Conference, Paris, 2023

Eco-Efficiency with Composites

www.leibniz-ivw.de



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR GIESSEREI-, COMPOSITE-
UND VERARBEITUNGSTECHNIK IGCV

ANTISTATIC

Hochsteife antistatische Composite-Leitungssysteme

Autor: Maximilian Rieger, Andreas Senz, Tobias Dempfle



Abb. 2: Versuchsaufbau der Flecht-Pultrusion am Fraunhofer IGCV
Fig. 2: Experimental setup of braided pultrusion at Fraunhofer IGCV

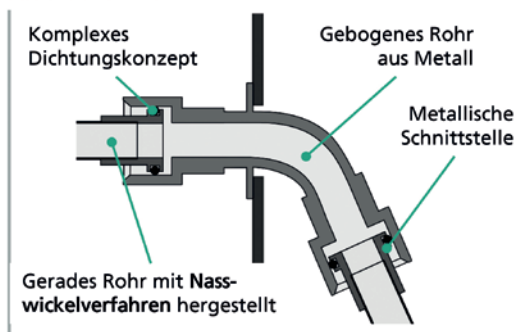
Das Ziel des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Forschungsvorhabens AntiStatic (FKZ: 03LB2020) ist es, ein neuartiges, energieeffizientes und kostengünstiges Fertigungsverfahren zur Herstellung von hochsteifen, antistatischen Composite-Leitungssystemen zu entwickeln, welche für komplexe Verrohrungsarchitekturen zum Fluidtransport in Nieder- und Hochdruck-Anwendungen geeignet sind und in diversen Branchen wie beispielsweise der Luftfahrt, dem Schiffs- und Fahrzeugbau sowie der Öl- und Gasindustrie zum Einsatz kommen soll. Das Verbundvorhaben AntiStatic wird durch die Projektpartner Otto Fuchs KG, Munich Composites GmbH, Huntsman Advanced Materials GmbH und Fraunhofer IGCV bearbeitet.

Antistatische Leitungen aus Composites werden bereits zum Fluidtransport in Anwendungsbereichen eingesetzt, in denen Korrosion und Gewicht von metalli-

kosten- und ressourceneffiziente Herstellung von Bauteilen, bei denen Verstärkungsrichtungen abweichend von der Abzugsrichtung gefordert sind. Die elektrische Leitfähigkeit des Bauteils wurde mittels eines elektrischen leitfähigen Additivs eingestellt, das von Huntsman Advanced Materials zur Verfügung gestellt wird: Bei der Herstellung von MIRALON® pulp wird das Treibhausgas Methan aufgespalten in Wasserstoff und die resultierende kohlenstoffbasierte Struktur. Während der Wasserstoff als Treibstoff wiederverwendet werden kann, dient MIRALON® pulp als Füllstoff zur Verbesserung verschiedener Eigenschaften, insbesondere der elektrischen Leitfähigkeit.

Die größte Herausforderung im Composite-Bauteil stellt die gleichmäßige Verteilung von MIRALON® pulp dar, um trotz der anisotropen Faserarchitektur während der Prozessierung isotrope antistatische Eigenschaften zu erzielen. Antistatische Eigenschaften sind besonders

Stand der Technik



AntiStatic

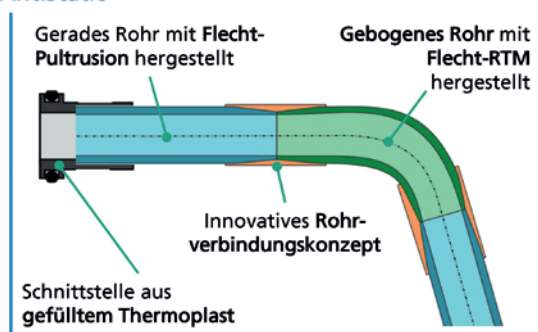


Abb. 1: Stand der Technik (links) gegenüber der neuartigen Technologieentwicklung in AntiStatic (rechts)

schen Rohren ein Ausschlusskriterium darstellen und eine elektrische Aufladung zu vermeiden ist. Mit Hilfe des aktuell eingesetzten Wickelverfahrens ist jedoch die Fertigung auf gerade Rohrabschnitte limitiert und es bietet keine Skalierungsmöglichkeit. Die Folgen sind eine eingeschränkte Designfreiheit sowie hohe Produktionskosten, die den Einsatz auf wenige Branchen eingrenzen. Die genannten Einschränkungen bezüglich Designfreiheit und Produktionskosten des aktuell vorherrschenden Fertigungsverfahrens werden in AntiStatic durch die Kombination von bereits etablierten Einzeltechnologien – der Flecht-Pultrusion für gerade Rohrabschnitte und dem Flecht-RTM für gebogene Rohrabschnitte – überwunden. Um das volle Potenzial der Technologie zu erschließen, findet parallel eine Lebenszyklus- und Kostenanalyse zur ökologischen und ökonomischen Bilanzierung der Gesamtprozesskette sowie der Identifikation von Optimierungspotenzialen statt. In AntiStatic wird ein aus geraden und gekrümmten Rohrelementen zusammengesetztes Leitungssystem für die zivile Luftfahrt als Demonstrator hergestellt. Abbildung 1 zeigt schematisch den Vergleich des Standes der Technik mit der in AntiStatic entwickelten Technologie.

Das Fraunhofer IGCV leitet in AntiStatic die Arbeitspakete Flecht-Pultrusion und Life-Cycle-Assessment. Die Flecht-Pultrusion (siehe Abbildung 2) bietet eine

relevant für den Transport von hochenergetischen Fluiden, bei denen minimale Funken zur Explosion führen können.

Im Arbeitspaket Life-Cycle-Assessment wird eine Lebenszyklusanalyse insbesondere hinsichtlich der Produktionsphase durchgeführt, da sich die Nutzungsphase je nach Anwendung und Branche unterscheidet.

MIRALON® is a registered trademark of Huntsman Corporation or an affiliate thereof in one or more, but not all, countries

ANSPRECHPARTNER

M.Sc. Maximilian Rieger
maximilian.rieger@igcv.fraunhofer.de

M.Sc. Andreas Senz
andreas.senz@igcv.fraunhofer.de

B.Eng. Tobias Dempfle
tobias.dempfle@igcv.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV
Am Technologiezentrum 2 | 86159 Augsburg

FRAUNHOFER INSTITUTE FOR CASTING, COMPOSITE
AND PROCESSING TECHNOLOGY IGCV

ANTISTATIC

Highly rigid antistatic composite piping systems

Autor: Maximilian Rieger, Andreas Senz, Tobias Dempfle

The research project AntiStatic (FKZ: 03LB2020), funded by the BMWK (German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action), aims to develop a novel, energy-efficient and cost-effective manufacturing process for the production of highly rigid, antistatic composite piping systems, which are suitable for complex piping architectures for fluid transport in low- and high-pressure applications in various industries such as aviation, shipbuilding, automotive and the oil and gas industry. The joint project is being carried out by the project partners Otto Fuchs KG, Munich Composites GmbH, Huntsman Advanced Materials GmbH and Fraunhofer IGCV.

Antistatic composite pipes are already used for fluid transport where corrosion and the weight of metallic pipes lead to problems and electrical charging must be avoided. However, the currently used wet-winding process is limited to only straight pipe sections and does not offer any scaling options. As a consequence design freedom is limited and production costs are high which limit the applications to a few industries. The mentioned limitations in terms of design freedom and production costs of the currently prevailing wet-winding process are overcome in AntiStatic by combining already established technologies – PulBraiding for straight tube sections and braided RTM for curved tube sections. Additionally, to evaluate the full potential of the technology, a life cycle

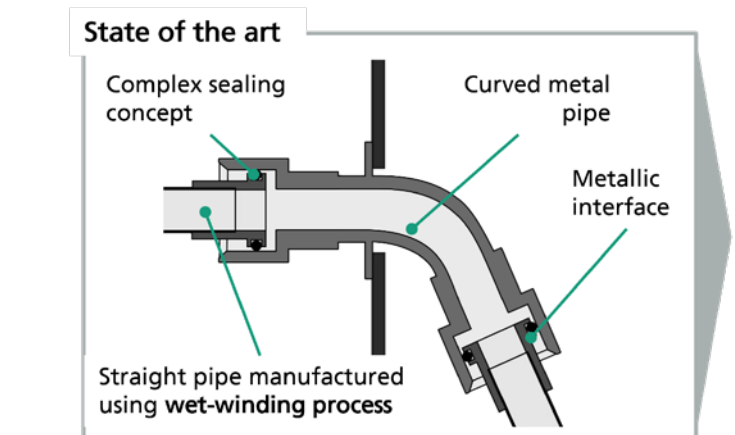


Fig.1: State of the art (left) versus the novel technology development in AntiStatic (right).

and cost analysis is carried out in parallel for the ecological and economic balancing of the entire process chain as well as the identification of optimization potentials. In AntiStatic, a pipe system composed of straight and curved pipe elements is developed for a civil aviation application as a demonstrator. Figure 1 shows a schematic comparison of the state of the art with the AntiStatic technology. Fraunhofer IGCV is leading the PulBraiding and the Life Cycle Assessment work packages.

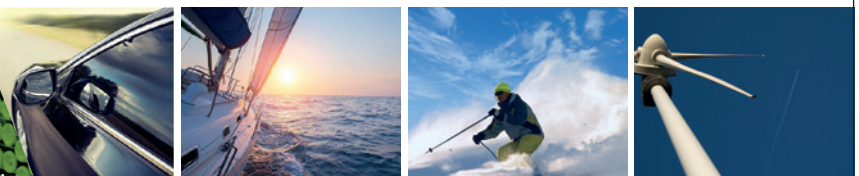
PulBraiding (see figure 2) offers a cost- and resource-ef-

WIR VERBINDEN DIE WELT.

Automobil | Sportindustrie
Luftfahrt | Boots- und Yachtbau
Anlagen- und Maschinenbau
Architektur | Motorsport
Militär | Windkraft

Im Bereich Composites produzieren wir Schmaltextilien aus Materialien wie Carbon, Keramik, Glasfaser, Basalt, Vectran®, Hybridgewebe und Draht.

GÜTH & WOLF
BAND- UND GURTWEBEREIEN



33330 Gütersloh · Herzebrocker Str. 1-3 · Tel. +49 5241 879-0
central@gueth-wolf.de · www.gueth-wolf.de



Lightweight composites GF - PP

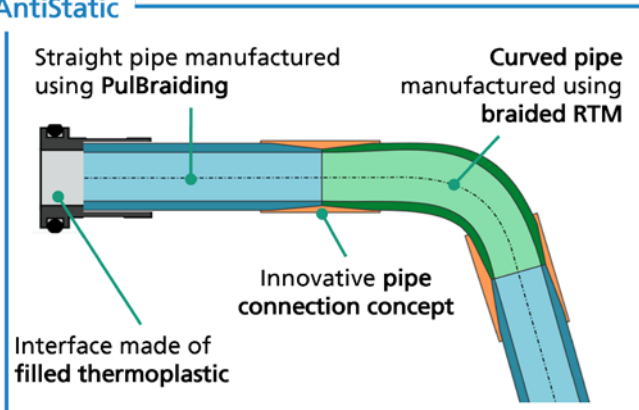
- High volume production in **Germany**
- Total capacity of **16000 t** or **50 Mio m²** per year



efficient production of components where reinforcement directions deviating from the pull-off direction are required. The electrical conductivity of the component is adjusted using an electrically conductive additive provided by Huntsman Advanced Materials: During the production of MIRALON® pulp, the greenhouse gas methane is split into hydrogen and the resulting carbon-based structure. While the hydrogen can be reused as fuel, MIRALON® pulp serves as a filler to improve various properties, especially electrical conductivity.

The biggest challenge is to uniformly distribute the MIRALON® pulp in order to achieve isotropic antistatic properties during processing despite the anisotropic

AntiStatic



textile structure. Antistatic properties are particularly relevant for the transport of high-energy fluids where minimal sparks can cause an explosion.

In the Life-Cycle-Assessment work package, a life-cycle analysis is carried out focused on the production phase, as the use phase differs depending on the application and industry.

MIRALON® is a registered trademark of Huntsman Corporation or an affiliate thereof in one or more, but not all, countries

CONTACT

M.Sc. Maximilian Rieger
maximilian.rieger@igcv.fraunhofer.de

M.Sc. Andreas Senz
andreas.senz@igcv.fraunhofer.de

B.Eng. Tobias Dempfle
tobias.dempfle@igcv.fraunhofer.de

Fraunhofer Institute for Casting, Composite and Processing Technology IGCV
Am Technologiezentrum 2 | 86159 Augsburg



- UD tape: width up to 1250 mm on roll
proUD 0° / 90° / X
- Organo sheet: **proorgano** made of multilayer UD tapes



Nachhaltige Pultrusions-Sandwich-Profile mit Myzel-Kern

Autor: Andreas Senz, Maximilian Rieger, Dr. Steffen Sydow (Fraunhofer WKI)

Selbst für Leichtbauanwendungen ist ein starker Trend hin zum Einsatz biobasierter Werkstoffe zu verzeichnen, wenngleich die bisher erzielbaren Eigenschaften zumeist einer Verwendung im Sinne der Hochleistungswerkstoffe entgegenstehen. Zusätzliche Hürden sind durch lückenhaft automatisierte Produktionsprozesse und -infrastrukturen für biobasierte Werkstoffe gegeben. Die Fraunhofer-Institute für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik (IGCV), für Holzforschung (WKI) und für Bauphysik (IBP) untersuchen deshalb den Einsatz von Myzel als Sandwichwerkstoff für Faserverbundprofile, die mittels dem kontinuierlichen Fertigungsverfahren Pultrusion hergestellt werden. Im Vordergrund steht die Fragestellung, ob ein Myzel-Material eine konkurrenzfähige und nachhaltige Alternative gegenüber holz- und erdölbasierten Sandwichkernen darstellt, um einen Beitrag zu einer nachhaltigen Wertschöpfung mit hoher Relevanz für multiple Industriezweige leisten zu können.

Pilze sind natürliche Vorbilder für das Recyceln und Verwerten von organischen Abfallstoffen. Mit ihrem Geflecht aus Hyphen, dem sog. „Myzel“, durchwachsen und verdauen sie in der Natur Substrate und verbinden diese zu einem festen Konglomerat. Verschiedenste organische Reststoffe aus Industrie, Land- und Holzwirtschaft können verwendet werden, um mithilfe von Myzel zu neuartigen Materialien verarbeitet zu werden. Insbesondere holzersetzen Pilzspezies, wie z. B. der Glänzende Lackporling *Ganoderma lucidum*, werden bereits in Ansätzen im größeren Maßstab zur Herstellung von Dämm- und Verpackungsmaterialien genutzt. Dabei wird das Pilzmyzel ohne weitere Formaldehydbelastung als natürliches Bindemittel genutzt, um biologisch abbaubare Verbundmaterialien herzustellen. Die Eigenschaften von Myzel-Materialien werden durch eine Reihe von Parametern bestimmt und können durch weitere Bearbeitungsschritte angepasst werden. So lassen sich die mechanischen Kennwerte bspw. durch eine Heißverpressung des gewachsenen Verbunds weiter verbessern. Gleichzeitig findet bei diesem Verfahren eine Trocknung und ein Abtöten der kultivierten Pilzart statt, wodurch der Werkstoff weiter an Stabilität gewinnt und gegenüber mikrobiellem Abbau resistenter wird. Formgebung sowie Bearbeitbarkeit sind äußerst flexibel und es können sowohl gute Dämmeigen-



Abb. 1: Hergestellte Sandwich-Flachprofile mit Kernen aus Myzel (Oben), Spanplatte (Mitte) und PU-Schaum (Unten)

schaften und eine brandmindernde Wirkung, als auch eine geringere Wasseraufnahme im Vergleich zu Holz beobachtet werden. Neben der Nachbildung in Formwerkzeugen ist eine Plattenverpressung mit variabel einstellbaren Dichten im Bereich von 250–500 kg/m³ möglich. Die mechanischen Festigkeiten sind abhängig von der Dichte der Platte und variieren je nach Pressbedingungen. Myzelwerkstoffe können potenziell zu einer Gewichtseinsparung in späteren Bauteilen beitragen und sind daher von Bedeutung für Leichtbauanwendungen in unterschiedlichen Bereichen. Besonders als regenerative Alternative zu erdölbasierten Sandwichkernmaterialien, wie beispielsweise Hartschaum aus Polyurethan (PU), ist ein Einsatz im Composite-Bereich denkbar. Ein Ansatz ist die Kombination mit dem kontinuierlichen und großserienfähigen Pultrusionsverfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffen, um eine Materialkombination zu schaffen, die branchenübergreifend im Automobilbau, Schienenverkehr, Bauwesen und Maschinenbau eingesetzt werden kann.

Zur Untersuchung wurden am Fraunhofer IGCV Pultrusionsversuche durchgeführt mit dem Ziel, Flachprofile mit einem Sandwichkern aus vorbereiteten Myzelplatten herzustellen. Neben den Myzel-Kernen wurden ebenfalls Spanplatten und Polyurethan-Hartschaum verarbeitet, um Unterschiede hinsichtlich Verarbeitbarkeit und mechanischen Eigenschaften zu evaluieren. Als Decklagen kamen Glasfaser-Rovings sowie -Textilien zum Einsatz, zusammen mit einem in der Pultrusion üblichen ungesättigten Polyesterharzsystem als Matrix-

material. Nach einigen Prozessmodifikationen konnten erfolgreich Flachprofile hergestellt werden, wie beispielhaft in Abbildung 1 dargestellt.

Die mechanischen Untersuchungen sowie die daraus abgeleiteten Simulationen der vorliegenden Profile zeigen, dass für einen steifigkeitsgetriebenen Leichtbau der eingesetzte PU-Schaum weiterhin am besten geeignet ist. Jedoch bietet bereits im aktuellen Stadium das Myzel im Vergleich zur Spanplatte eine höhere gewichtsspezifische Steifigkeit des Sandwichverbunds. Die Herstellung des Myzel-Kerns bietet noch zahlreiche Optimierungsmöglichkeiten, die zusätzliche Potenziale zu einer weiteren Erhöhung der mechanischen Eigenschaften darstellen und die Konkurrenzfähigkeit des Materials weiter verbessern können.

Im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse fand eine Bewertung der hergestellten Pultrusionsprofile mit den drei verwendeten Kernmaterialien Myzel, PU-Schaum und Spanplatte hinsichtlich des Global Warming Potential (GWP) statt. Für das Myzel wurden sowohl die Kultivierung als auch die anschließenden Verarbeitungsschritte (Sterilisation und Verpressung) mit einbezogen. Aufgrund der für den Laborprozess eingesetzten öl-beheizten Presse und des damit verbundenen zeit- und energieintensiven Pressprozesses erscheinen die vergleichsweise hohen Emissionen – Steigerung um Faktor 2,8 im Vergleich zu PU Schaum und Faktor 7,3 im Vergleich zur Spanplatte – nicht verwunderlich.

Bei der Herstellung der Myzelkerne finden sich allerdings diverse Optimierungspotenziale zur Verringerung der Emissionen. Bereits durch die Verwendung einer strombeheizten statt einer öl-beheizten Presse sinkt das GWP deutlich ab. Dadurch fallen für die Produktion des Profils mit Myzel-Kern bereits 23 % weniger Emissionen als für das Referenzprofil mit PU-Schaumkern an. Im Vergleich zum entsprechenden Spanplatten-Referenzprofil sind die Emissionen noch immer 1,4-mal höher. Legt man ein Szenario zugrunde, in welchem neben der Erhitzung ebenfalls die Komprimierung in die Pultrusion integriert werden und sich somit die gesamte Myzelvorbehandlung erübrigt, fallen für die Produktion der Profile mit Myzel-Kern 41 % weniger Emissionen im Vergleich zum PU-Schaum an und 5 % weniger Emissionen im Vergleich zur Spanplatte. Im Hinblick darauf, dass

die Produktion von PU-Schäumen und Spanplatten hoch-industrialisierte und optimierte Prozesse im Vergleich zur Produktion von Myzel darstellen ist die Prognose äußerst vielversprechend.

Somit steht grundsätzlich ein regenerativer Werkstoff zur Verfügung, der für eine Kombination mit Faserverbundwerkstoffen geeignet ist und in bestimmten Bereichen potenziell zu einer Erhöhung der Nachhaltigkeit beitragen kann. Je nach Anwendungsfall könnte sich perspektivisch das Treibhauspotenzial um bis zu 40 % im Vergleich zu konventionellen Materialien reduzieren. Jedoch sind dazu weitere Forschungsaktivitäten zur Optimierung der Fertigungsprozesse notwendig. Im Speziellen könnte die nötige Sterilisation des Myzels in den Pultrusionsprozess integriert und damit einhergehend Prozesszeiten gesenkt sowie die Energieeffizienz gesteigert werden. Des Weiteren sind verschiedene Materialkombinationen des Myzelkerns zu untersuchen und gegenüber klassischen Werkstoffkernen wie Hartschaum oder Holz zu vergleichen.

Für bestimmte Anwendungsbereiche ist es ebenso möglich, Naturfasern als Verstärkungsfasern einzusetzen sowie ein biobasiertes Harzsystem zu wählen, um somit ein vollständig biobasiertes Produkt zu generieren. Die Sinnhaftigkeit ist zuvor jedoch anhand des Anwendungsfalls im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse abzuwägen.

ANSPRECHPARTNER

M.Sc. Andreas Senz
andreas.senz@igcv.fraunhofer.de

M.Sc. Maximilian Rieger
maximilian.rieger@igcv.fraunhofer.de

Dr. Steffen Sydow (Fraunhofer WKI)
steffen.sydow@wki.fraunhofer.de

Fraunhofer Institute for Casting, Composite
and Processing Technology IGCV
Am Technologiezentrum 2 | 86159 Augsburg

Individuelle GFK-Behälter

für moderne Transport- und Lagerbehältertechnik



Innovation made in Germany

Wir finden die passende Lösung – auch bei individuellen Wünschen und Ansprüchen.

Mehr Informationen
finden Sie hier →



CEMO GmbH | www.cemo.de

Sustainable pultrusion sandwich profiles with mycelium core

Authors: Andreas Senz, Maximilian Rieger, Dr. Steffen Sydow (Fraunhofer WKI)

Even for lightweight applications, there is a strong urge towards using bio-based materials, although the properties that can be achieved to date mostly prevent their use in the sense of high-performance materials. Additional barriers are caused by incompletely automated production processes and infrastructures for bio-based materials. The Fraunhofer Institutes for Casting, Composite and Processing Technology (IGCV), for Wood Research (WKI) and for Building Physics (IBP) are therefore investigating the use of mycelium as a sandwich material for fiber-reinforced composite profiles produced by using the continuous pultrusion process. The focus is on whether a mycelium material represents a competitive and sustainable alternative to wood- and oil-based sandwich cores in order to contribute to a sustainable added value with high relevance for multiple industries.

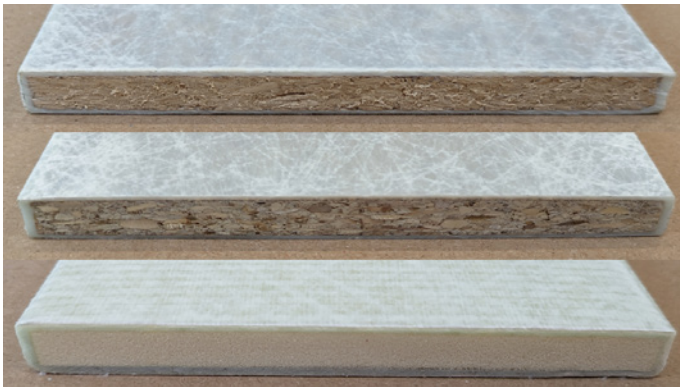


Fig. 1: Manufactured sandwich flat profiles with cores of mycelium (top), chipboard (middle) and PU foam (bottom)

Fungi are natural models for recycling and utilizing organic waste materials. With their network of hyphae, the so-called "mycelium", they grow through and digest substrates in nature and combine them into a solid conglomerate. A wide variety of organic residues from industry, agriculture and the timber industry can be used to produce new materials with the help of mycelium. In particular, wood-decomposing fungal species, such as *Ganoderma lucidum*, are already being used on a larger scale for the production of insulation and packaging materials. The fungal mycelium is used as a natural binder to produce biodegradable composite materials without further formaldehyde contamination. The properties of mycelial materials are determined by several parameters and can be adjusted by further processing steps. For

example, hot pressing further improves the mechanical properties of the grown composite. At the same time, this process dries and kills the cultivated fungal species, further increasing the material's stability and making it more resistant to microbial degradation. Shaping and machinability are highly flexible and good insulating properties, a fire-reducing effect as well as lower water absorption compared to wood can be observed. In addition to replication in molds, plate pressing with variably adjustable densities in the range of 250–500 kg/m³ is possible. The mechanical strengths depend on the density of the plate and vary depending on the pressing conditions. Mycelial materials can potentially contribute to weight savings in product components and are therefore of importance for lightweight construction applications in various fields. Especially as a regenerative alternative to oil-based sandwich core materials, such as polyurethane (PU) foam, their use in the composites sector is conceivable. One approach is to combine it with the continuous pultrusion process for the large-scale capable production of fiber-reinforced plastics to create a material combination that can be used across industries and sectors such as automotive, rail, construction and mechanical engineering.

For the investigation, pultrusion tests were carried out at Fraunhofer IGCV to produce flat profiles with a sandwich core from prepared mycelium sheets. In addition to the mycelium cores, chipboard and polyurethane foam were also processed in order to evaluate differences in terms of processability and mechanical properties. Glass fiber rovings as well as textiles were used as cover layers, together with an unsaturated polyester resin system commonly used in pultrusion as matrix material. After some process modifications, flat profiles were successfully produced, as shown in Figure 1.

The mechanical investigations and the derived simulations of the present profiles show that PU foam is still the most suitable for a stiffness-driven lightweight construction. However, already at the current stage, the mycelium offers a higher weight-specific stiffness of the sandwich composite compared to the chipboard. The production of the mycelium core still offers numerous optimization possibilities, which represent additional potential for further increasing the mechanical properties and can further improve the competitiveness of the material. Within a life cycle analysis, an evaluation of the man-

ufactured pultrusion profiles with the three different core materials mycelium, PU foam and chipboard was carried out with regard to the Global Warming Potential (GWP). For the mycelium, both the cultivation and the subsequent pretreatment processing steps (sterilization and compression) were included. Due to the oil-heated press used for the laboratory process and the associated time- and energy-intensive pressing process, the comparatively high emissions – increase by a factor of 2.8 compared to PU foam and a factor of 7.3 compared to chipboard – do not appear surprising.

However, there are various optimization potentials for reducing emissions in the production of mycelial cores. Using an electricity-heated press instead of an oil-heated press already significantly reduces the GWP. As a result, the production of the profile with mycelium core already produces 23 % fewer emissions than the reference profile with PU foam core. Compared to the corresponding chipboard reference profile, emissions are still 1.4 times higher. Based on a scenario in which, in addition to heating, compression is also integrated into the pultrusion process, thus eliminating the need for the entire mycelium pretreatment, the production of the profiles with mycelium core results in 41 % fewer emissions compared to the PU foam and 5 % fewer emissions compared to the chipboard. This forecast is extremely promising since PU foam and chipboard production processes are highly industrialized and optimized processes compared to mycelium production. Thus, in principle, a regenerative material is available that is suitable for combination with fiber composites and can potentially contribute to increased sustainability in certain areas. Depending on the application, the greenhouse potential could be reduced by up to 40 % compared to conventional materials. However,

this will require further research activities to optimize the manufacturing processes. In particular, the necessary sterilization of the mycelium could be integrated into the pultrusion process, thus reducing process times and increasing energy efficiency. Furthermore, different material combinations of the mycelium core have to be investigated and compared to classic material cores such as rigid foam or wood.

For specific applications, it is also possible to use natural fibers as reinforcing fibers and select a bio-based resin system to generate a completely bio-based product. However, the economic and ecologic sense must be evaluated previously based on the application and in the context of a life cycle analysis.

CONTACT

M.Sc. Andreas Senz
andreas.senz@igcv.fraunhofer.de

M.Sc. Maximilian Rieger
maximilian.rieger@igcv.fraunhofer.de

Dr. Steffen Sydow (Fraunhofer WKI)
steffen.sydow@wki.fraunhofer.de

Fraunhofer Institute for Casting, Composite
and Processing Technology IGCV
Am Technologiezentrum 2 | 86159 Augsburg

ReichTank

High Performance Composites

Kunststoffverarbeitung Reich GmbH

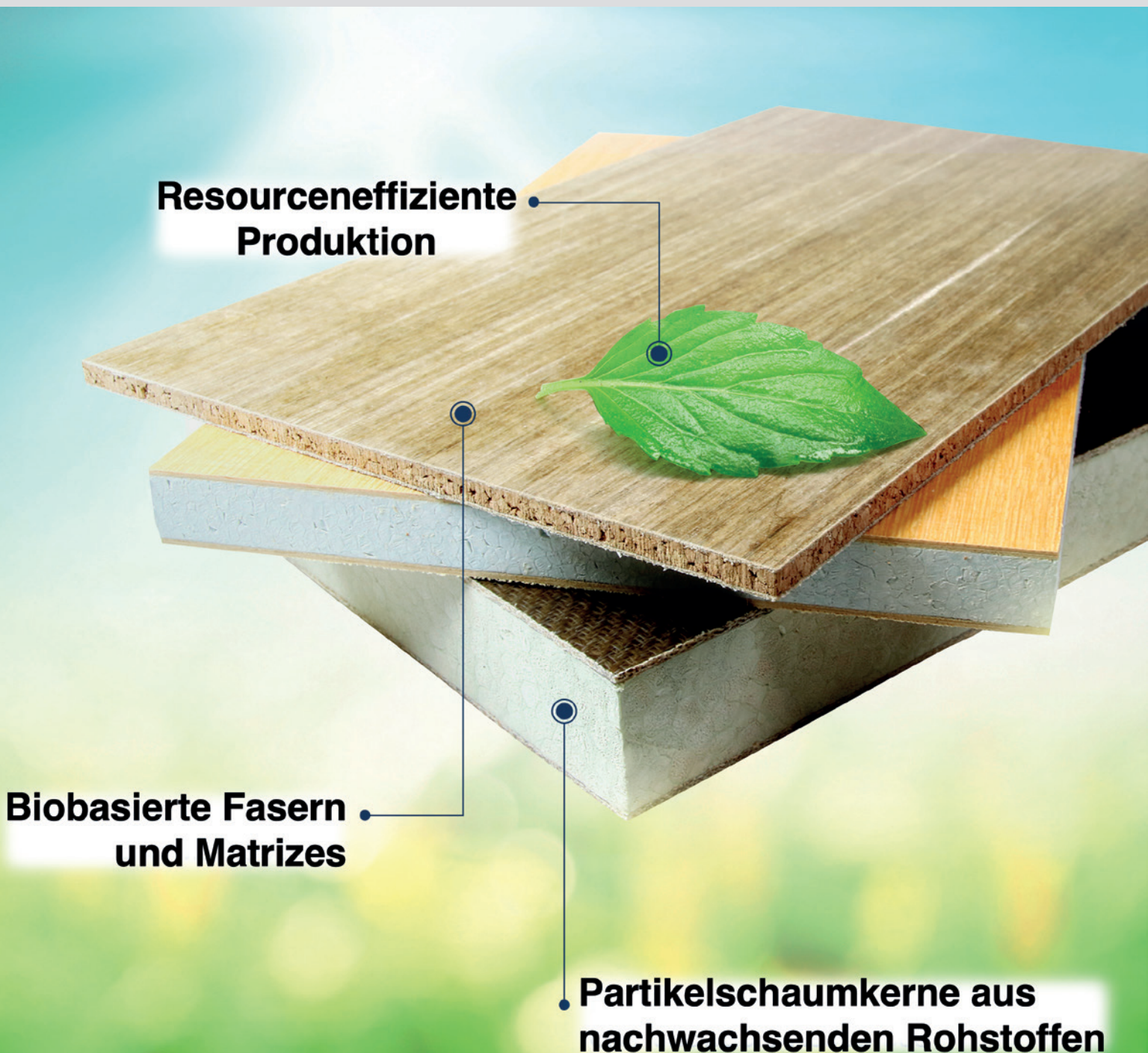
Am Kornfeld 2
86932 Pürgen
+49 (0) 8196 9303 -10
info@reich-tank.de



WISSEN WAS MAN TUT
Unsere Erfahrung für Ihren Erfolg

Die Zukunft nachhaltiger Materialien: FASER-KUNSTSTOFF-VERBUNDE AUS ÖKOLOGISCHEN ROHSTOFFEN

Autoren: Florian Max, Prof. Holger Ruckdäschel



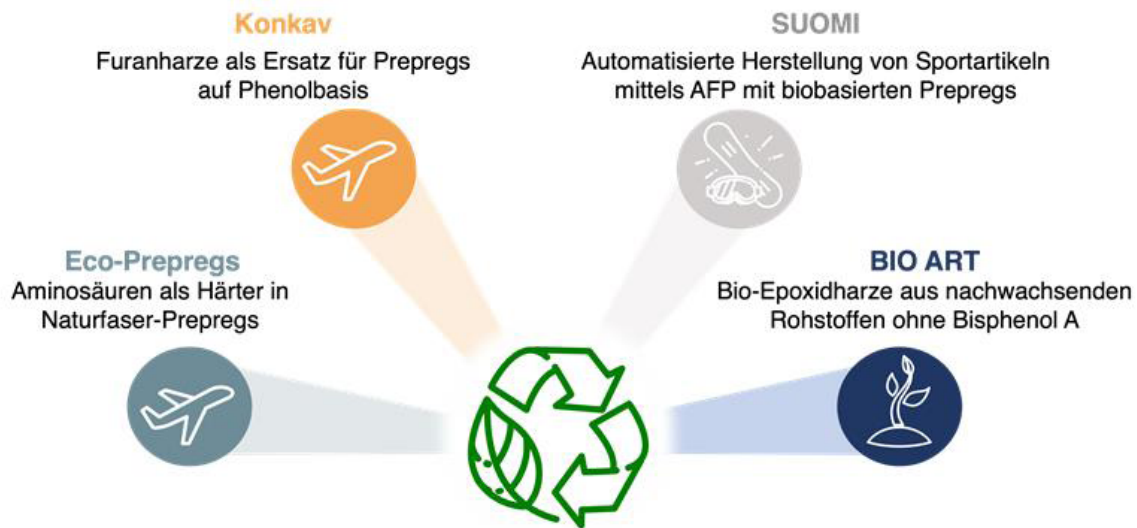


Abb. 1: Forschungsaktivitäten am Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe, Universität Bayreuth

Die Luftfahrtindustrie strebt im Rahmen des Flightpath 2050 ehrgeizige ökologische Ziele an, darunter eine Reduktion der CO₂-Emissionen im Vergleich zum Technologiestandard von 2020 um 75 %. Die Projekte „KONKAV“ (FKZ: 20K2105E) und „EcoPrepregs“ (FKZ: 20E1907A), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), haben sich diesem Vorhaben verschrieben. Der Fokus liegt dabei auf der Substitution herkömmlicher phenolharzbasierter Glasfaserprepregs im Luftfahrtinterieur durch nachhaltige Alternativen. Ein vielversprechender Ansatz ist der Einsatz von Polyfurfurylalkoholen in Verbindung

Projekt „SUOMI“ konzentriert sich auf die Entwicklung automatisierter Herstellungsprozesse z. B. Automated Fiber Placement mit integrierter Qualitätssicherung. Dadurch können neuartige biobasierte Materialien durch lastpfadgerechte Ablage effizienter verarbeitet werden. Dies resultiert in einer signifikanten Verkürzung der Produktionszyklen um bis zu 60 % sowie einer Reduktion der CO₂-Emissionen um bis zu 50 %. Hierbei kommen UD-Hanffasern als Verstärkungsphase und ein nahezu vollständig biobasiertes ungesättigtes Polyesterharz als Matrixmaterial zum Einsatz.

Im Rahmen des internationalen Projekts „BioART“, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wird, wird zusammen mit der FAU Erlangen-Nürnberg und zwei französischen Universitäten an der Entwicklung vollständig biobasierter Epoxidharze, Härter und Füllstoffe gearbeitet. Neuartig ist hierbei die Integration digitaler Methoden in einen Multiskalenmodell-Ansatz sowie die Schaffung künstlicher neuronaler Netzwerke. Die Hauptziele dieser digitalisierten Materialentwicklung sind die Optimierung des Materialeinsatzes und des Entwicklungsergebnisses. Zudem soll die Möglichkeit geschaffen werden, mechanische Eigenschaften auf Grundlage der verwendeten Monomere und Syntheserouten vorherzusagen. Dieser Ansatz stellt einen wichtigen Schritt in Richtung nachhaltiger Innovation dar, indem er die Entwicklung von Materialien ermöglicht, die sowohl ökologisch als auch technisch den Anforderungen einer modernen und nachhaltigen Gesellschaft gerecht werden.



Abb. 2: Vollständig biobasiertes Sandwich als Demonstratorbauteil

mit Flachsfasern. Diese Materialkombination zeichnet sich nicht nur durch ihren intrinsischen Flammenschutz aus, sondern auch durch eine chemische Struktur, die dem bewährten Phenolharz ähnlich ist. Eine vergleichbarere Forschungsentwicklung zeigt sich im Bereich der Epoxide. Anstelle der herkömmlichen Härter, die aus petrochemischen Quellen gewonnen wurden und gesundheitliche Risiken bergen, bieten Aminosäuren eine ökologische Alternative. Aufgrund ihrer freien Aminogruppen eignen sie sich als biobasierte, ungiftige Option, die ein breites Spektrum an Glasübergangstemperaturen von rund 100 °C bis zu nahezu 200 °C ermöglicht.

Auch der Sportsektor kann von der Entwicklung nachhaltiger Materialien und Prozesse profitieren. Das ZiM-

ANSPRECHPARTNER

Florian Max
Florian.Max@uni-bayreuth.de

Prof. Holger Ruckdäschel
Holger.Ruckdaeschel@nmbgmbh.de

Universität Bayreuth, Lehrstuhl Polymere Werkstoffe
Universitätsstraße 30 | 95447 Bayreuth

UNIVERSITY OF BAYREUTH, DEPARTMENT OF POLYMER ENGINEERING

The future of sustainable materials: FIBER-REINFORCED POLYMERS FROM ECOLOGICAL RAW MATERIALS

Authors: Florian Max, Prof. Holger Ruckdäschel

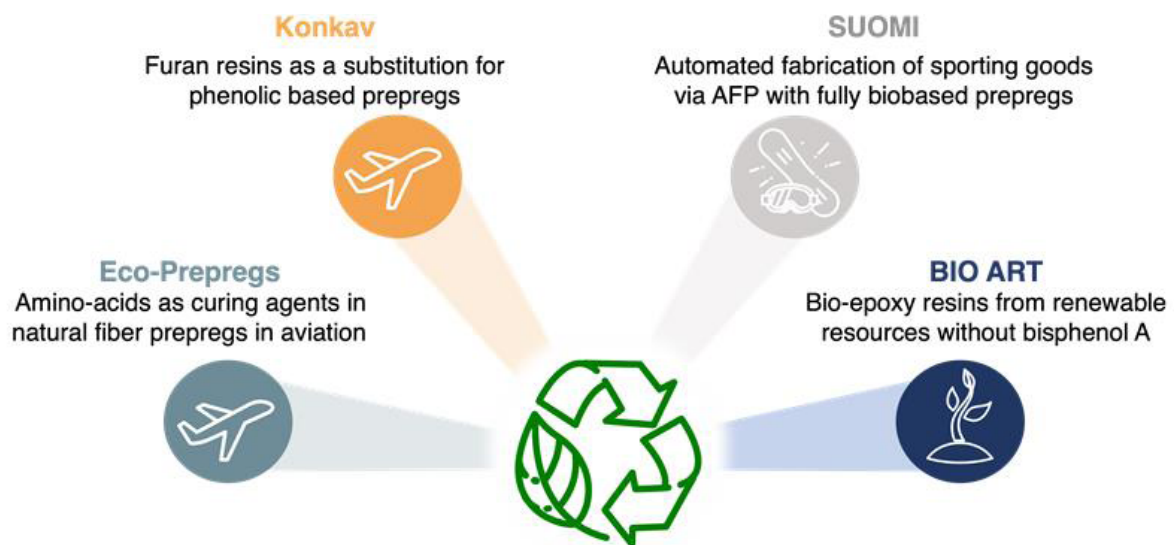


Fig. 1: Research activities at the Department of Polymer Engineering, University of Bayreuth

As part of Flightpath 2050, the aviation industry is aiming for ambitious ecological targets, including a 75 % reduction in CO₂ emissions compared with the 2020 technology standard. The projects "KONKAV" (FKZ: 20K2105E) and "EcoPrepregs" (FKZ: 20E1907A), funded by the German Federal Ministry of Economics and Climate Protection (BMWK) are dedicated to achieving this goal. The focus is on substituting conventional phenolic resin-based glass fiber prepregs in aviation interiors

with sustainable alternatives. One promising approach is the use of polyfurfuryl alcohols in combination with flax fibers. This material combination is characterized not only by its intrinsic flame retardancy, but also by a chemical structure similar to the proven phenolic resin. A comparable research development can be observed in the field of epoxies. Instead of conventional hardeners from petrochemical sources, which pose health risks, amino acids offer an ecological alternative. Due to their

SL LASER


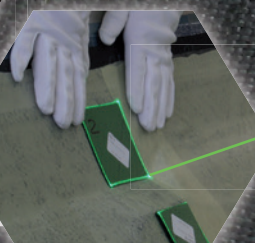
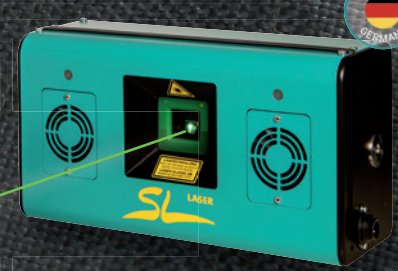
SL-LASER GmbH
Dieselstraße 2
83301 Traunreut
Germany

+49 8669 8638-11

info@sl-laser.com

Optimieren Sie Ihre Arbeitsprozesse mit unseren Lasersystemen

Optimize your work processes with our laser systems

SL LASER

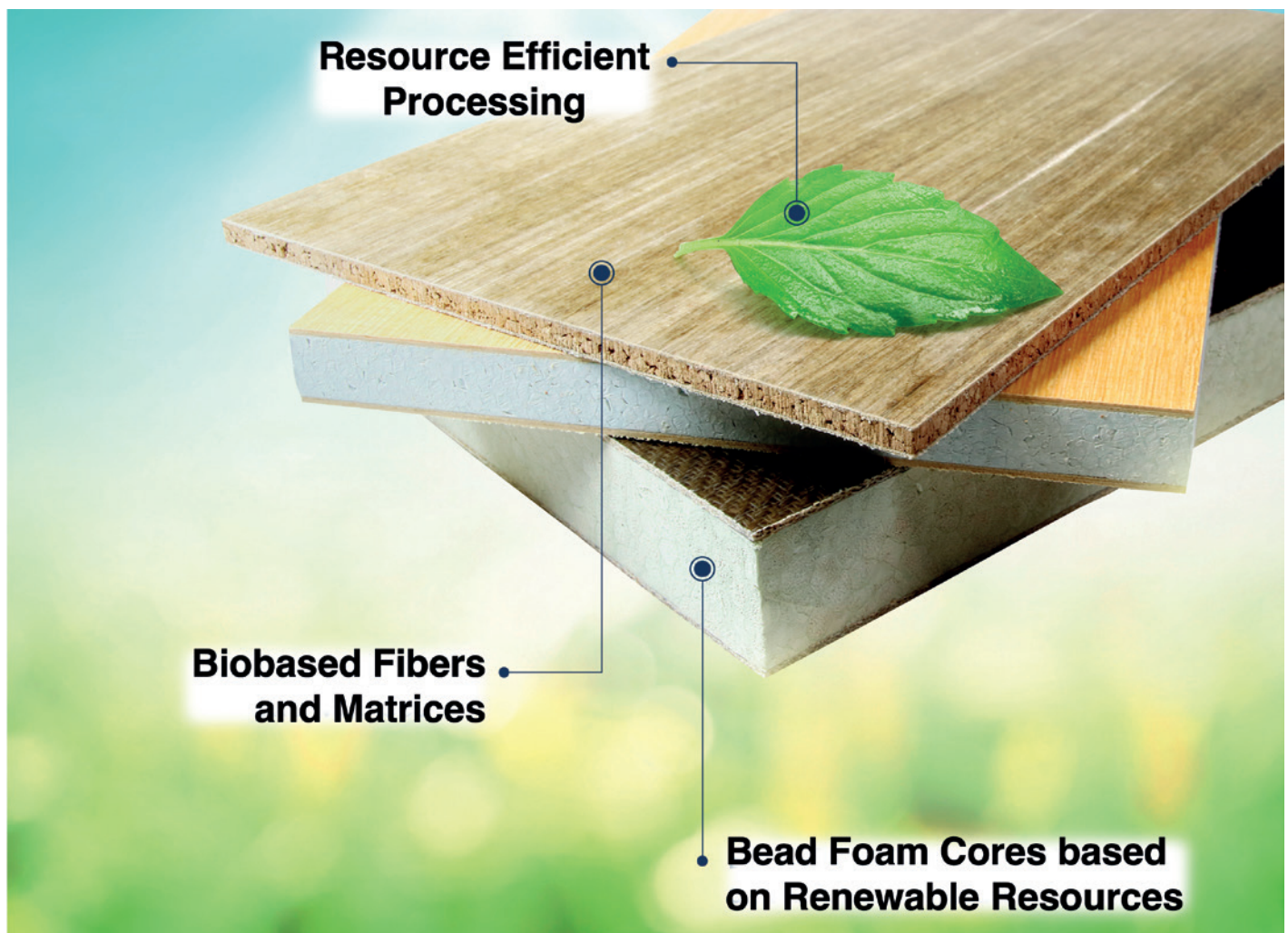
WORLD 2023
Hall 6 - Stand A 72

MADE IN GERMANY

www.sl-laser.com

free amino groups, they are suitable as a bio-based, non-toxic option that enables a wide range of glass transition temperatures from about 100 °C to almost 200 °C. The sports sector can also benefit from the development of sustainable materials and processes. The ZiM project "SUOMI" focuses on the development of automated manufacturing processes, such as automated fiber placement with integrated quality assurance. This enables more efficient processing of novel bio-based materials through load path-oriented deposition. This leads to a significant shortening of production cycles by up to 60 % as well as a reduction of CO₂ emissions by up to 50%. Here, UD hemp fibers are used as reinforcement and an almost completely bio-based, unsaturated polyester resin as matrix material.

As part of the international "BioART" project, which is funded by the German Research Foundation (DFG), work is carried out together with FAU Erlangen-Nuremberg and two French universities on the development of fully bio-based epoxy resins, hardeners, and fillers. The integration of digital methods into a multiscale modeling approach and the creation of artificial neural networks are novel in this area. The main goals of this digitized material development are to optimize material use and development results. It will also provide the ability to predict mechanical properties based on the monomers and synthesis routes used. This approach represents an important step towards sustainable innovation by enabling the efficient development of materials that meet the requirements of a modern and sustainable society, both from the environmental and technical perspective.



CONTACT

Florian Max
Florian.Max@uni-bayreuth.de

Prof. Holger Ruckdäschel
Holger.Ruckdaeschel@nmbgmbh.de

University of Bayreuth, Department of Polymer Engineering
 Universitätsstraße 30 | 95447 Bayreuth

GREMOLITH
 Resins & Composites

Sie stellen großartige Produkte her.
 Wir Lösungen mit Mehrwert.

+ gremolith.ch

Rauchunterdrückende BORHALTIGE FLAMMSCHUTZMITTEL für Naturfaserverbundwerkstoffe

Autoren: Dominic Danielsiek¹, Wael Ali¹, Thomas Mayer-Gall^{1,2}, Jochen S. Gutmann^{1,2}, Nina Graupner³, Jörg Müssig³

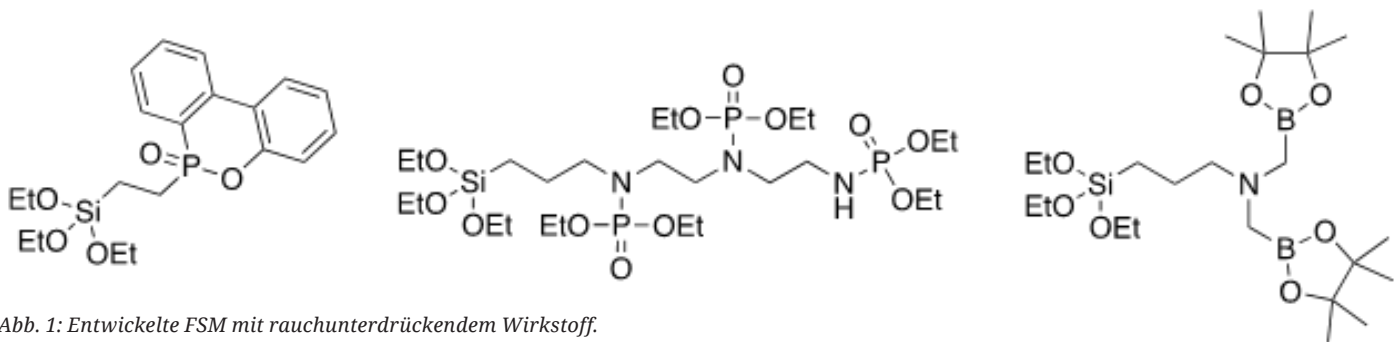


Abb. 1: Entwickelte FSM mit rauchunterdrückendem Wirkstoff.

Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) sind eine vielversprechende Antwort auf die sich verändernden Herausforderungen im Leichtbau. Mit wachsendem Bewusstsein für Umweltauswirkungen, Ressourcenknappheit und die Notwendigkeit nachhaltigerer Produktionsverfahren rücken diese Werkstoffe verstärkt in den Fokus. Im Gegensatz zu Verbundwerkstoffen, welche auf energieintensiven Glas- oder Kohlenstofffasern basieren, setzen NFK auf z. B. pflanzliche Fasern wie Flachs, Hanf, Jute oder Sisal. NFK bieten eine Reihe von Vorteilen, darunter eine geringere Dichte, eine hohe Steifigkeit, gute Dämpfungseigenschaften und eine gute CO₂-Bilanz. Die steigende Nachfrage nach umweltfreundlichen, ressourceneffizienten und nachhaltigen Werkstoffen treibt die Entwicklung und Anwendung von NFK in Bereichen wie Automobilbau, Bauwesen, Luft- und Raumfahrt voran.

Durch die Kooperation der Arbeitsgruppe Biologische Werkstoffe der Hochschule Bremen (HSB) und des Deutschen Textilforschungszentrums Nord-West gGmbH (DTNW) in einem IGF-Projekt konnten die wissenschaftlichen Grundlagen für effiziente rauchunterdrückende Flammenschutzmittel (FSM) für NFK geschaffen werden (Abb. 1). Die Applikation der FSM erfolgte mit dem Foulardverfahren aus wässrigen Medien. Zwei kommerzielle FSM zeigten eine zufriedenstellende Wirkung in Flamm- und Rauchtests, jedoch aber auch eine starke Migrationsneigung unter Wassereinwirkung und eine Schädigung

der Naturfasern. Die Migrationsneigung geht mit dem offensichtlichen Verlust der Flammenschutzleistung und einer Umweltexposition der FSM einher.

Vom DTNW konnte bereits gezeigt werden, dass FSM auf der Basis von Silanen waschbeständig sind. Daher wurden damit unterschiedliche Flachs- und Cordenkagewebe ausgerüstet, die u. a. mit einer duroplastischen Matrix (biobasiertes Epoxidharz) zu Verbundwerkstoffen verarbeitet wurden.

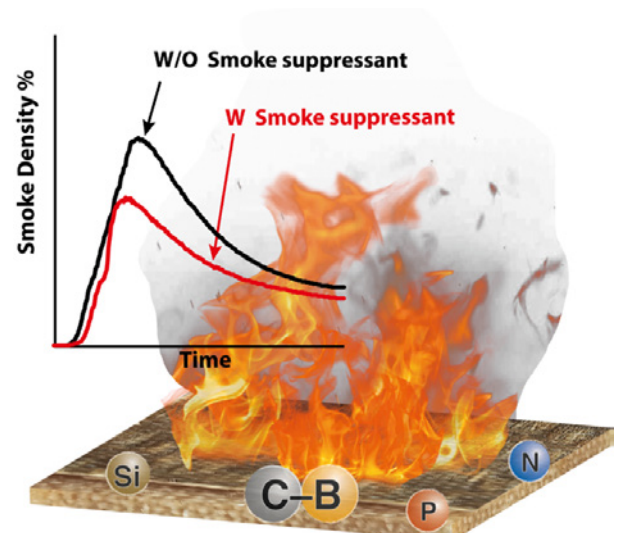


Abb. 2: Rauchdichtemessung eines Verbundwerkstoffs mit Flammschutz und rauchunterdrückender Komponente

Der Flammenschutz und die rauchunterdrückende Wirkung wurden während der Projektlaufzeit verbessert. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

■ **RAUCHUNTERDRÜCKUNG**

Für die entwickelten FSM bewirkt der Zusatz der Borverbindung eine geringere Rauchemission. (s. Abbildung 2).

■ **WÄRMEFREISETZUNG BEI DER VERBRENNUNG**

Die entwickelten FSM zeigen eine reduzierte Wärmefreisetzung (Heat Release Rate).

■ **FASER/MATRIX-HAFTUNG**

Die mit Microbond-Tests ermittelte Grenzflächenscherfestigkeit wurde durch die FSM kaum beeinflusst. .

■ **ZUGEIGENSCHAFTEN**

Die Zugfestigkeit und der Zugmodul wurden in den flammgeschützten Flachs-Verbundwerkstoffen wenig verändert.

■ **ZÄHIGKEIT**

Die mittels Charpy-Schlagbiegeversuchen ermittelte Zähigkeit zeigt für flammgeschützte Verbundwerkstoffe eine deutliche Erhöhung der Kennwerte verglichen zu den unbehandelten Proben.

DANKSAGUNG

Das Forschungsvorhaben IGF-Nr. 21318 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e. V., Reinhardtstraße 12–14, 10117 Berlin, wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

ANSPRECHPARTNER

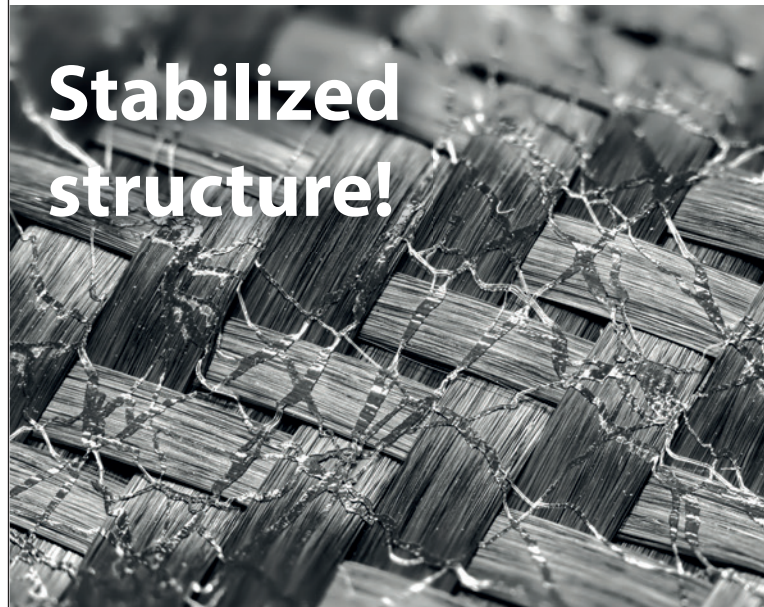
Dr. Thomas Mayer-Gall
mayer-gall@dtnw.de | Tel. +49 173 724 0982

Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West DTNW
Adlerstraße 1 | 47798 Krefeld

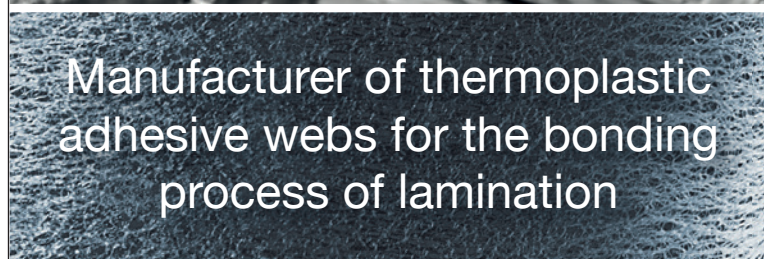
¹ Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West gGmbH, Adlerstr. 1, 47798 Krefeld

² Physikalische Chemie, Universität Duisburg-Essen and Center for Nanointegration Duisburg-Essen, Universitätsstraße, 45117 Essen

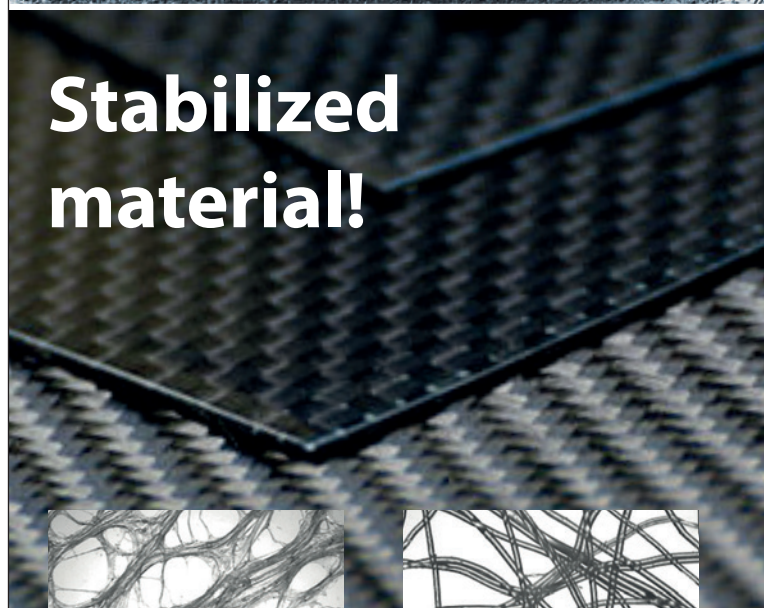
³ Hochschule Bremen, City University of Applied Sciences, The Biological Materials Group, Faculty 5 - Nature & Engineering / BIOMIMETICS, Neustadtswall 30, 28199 Bremen



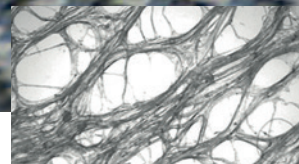
Stabilized structure!



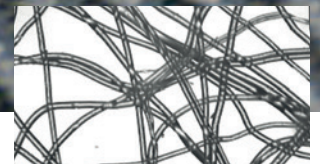
Manufacturer of thermoplastic adhesive webs for the bonding process of lamination



Stabilized material!



Tecweb® under the microscope



Spunfab® under the microscope

Smoke-suppressing BORON-CONTAINING FLAME RETARDANTS

for natural fibre composites

Authors: Dominic Danielsiek¹, Wael Ali¹, Thomas Mayer-Gall^{1,2}, Jochen S. Gutmann^{1,2}, Nina Graupner³, Jörg Müssig³

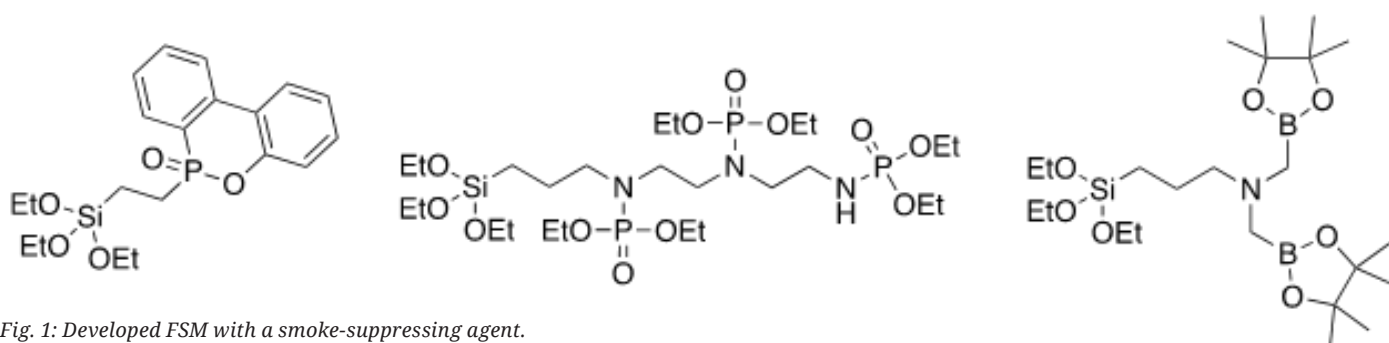


Fig. 1: Developed FSM with a smoke-suppressing agent.

Natural fibre-reinforced plastics (NFRPs) are a promising answer to the changing challenges in lightweight construction. With growing awareness of environmental impacts, resource scarcity and the need for more sustainable production processes, these materials are increasingly coming into focus. In contrast to composites, which are based on energy-intensive glass or carbon fibres, NFRPs rely on, e.g., plant fibres such as flax, hemp, jute or sisal. NFRPs offer several advantages, including lower density, high stiffness, good damping properties and a good CO₂ balance. The increasing demand for environmentally friendly, resource-efficient and sustainable materials is driving the development and application of NFRPs in areas such as automotive, construction, aerospace and aviation.

Through the cooperation of the Biological Materials Working Group of the Bremen City University of Applied Sciences (HSB) and the German Textile Research Centre North-West gGmbH (DTNW) in an IGF project, the scientific basis for efficient smoke-suppressing flame retardants (FSM) for NFK could be created (Fig. 1). The application of the FSMs was carried out with the foulard process from aqueous media. Two commercial FSMs showed a satisfactory effect in flame and smoke tests but also a strong tendency to migrate when exposed to water and damage to the natural fibres. The migration tendency is associated with the apparent loss of flame retardant performance and environmental exposure of the FSM.

DTNW has already shown that FSM based on silanes are wash-resistant. Therefore, different flax and Cordenka fabrics were equipped with them, which were processed into composites with, e.g., a thermosetting matrix (bio-based epoxy resin).

The flame retardant and smoke suppressant effects were improved during the project. The results can be summarised as follows:

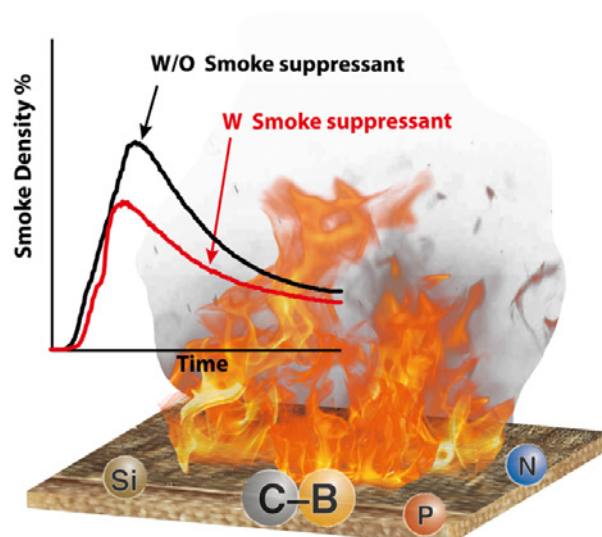


Fig. 2: Smoke density measurement of a composite material with flame retardant and smoke suppressant components.

■ SMOKE SUPPRESSION

Adding the boron compound results in lower smoke emission for the developed FSM (see Figure 2).

■ HEAT RELEASE DURING COMBUSTION

The developed FSM show a reduced heat release rate.

■ FIBRE/MATRIX ADHESION

The interfacial shear strength determined with microbond tests was barely influenced by the FSM.

■ TENSILE PROPERTIES

The tensile strength and tensile modulus were only slightly changed in the flame retardant flax composites.

■ TOUGHNESS

The toughness determined using Charpy impact tests shows a significant increase in the characteristic values for flame-retardant composites compared to the untreated samples.

ACKNOWLEDGEMENT

The research project IGF No. 21318 N of the Research Association Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12–14, 10117 Berlin, was funded by the Federal Ministry of Economics and Climate Action via the German Federation of Industrial Research Associations (AiF) within the framework of the programme for the Promotion of Joint Industrial Research and Development (IGF) based on a resolution of the German Bundestag.

CONTACT

Dr. Thomas Mayer-Gall
mayer-gall@dtnw.de | +49 173 724 0982

German Textile Research Center North-West DTNW
Adlerstraße 1 | 47798 Krefeld

¹ Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West gGmbH, Adlerstr. 1, 47798 Krefeld

² Physikalische Chemie, Universität Duisburg-Essen and Center for Nanointegration Duisburg-Essen, Universitätsstraße, 45117 Essen

³ Hochschule Bremen, City University of Applied Sciences, The Biological Materials Group, Faculty 5 - Nature & Engineering / BIOMIMETICS, Neustadtswall 30, 28199 Bremen

PULTRUSION Versatile Application Range enabled by UI Peroxides.

Advantages –

Our portfolio allows specific peroxide combinations for:

Reduced Stress Cracking

Improved Flexural Strength

Low Residuals (e.g. Styrene etc.)

What we offer:

Complete Product Portfolio:

- **BCHPC** (Percarbonate as Kicker)
- **TBPEH/TBPB** (Peresters as Finisher)
- **TMCH/CH** (Perketals as Finisher)

Futuring:

- High Quality and Purity
- Fast Curing
- Color Neutral



UNITED INITIATORS
driving your success

United Initiators GmbH
Dr.-Gustav-Adolph-Str. 3
82049 Pullach • Germany
T: +49 89 74422 237
cs-initiators.eu@united-in.com
www.united-initiators.com



Hochbelastbare Befestigungslösungen für LEICHTBAUANWENDUNGEN

Autor: Dr. Daniel Weise

Das Gründungsteam des Exist-Forschungstransferprojekts „Fox Core“ arbeitet an der TU Dresden an der Markteinführung der Customised Connective Cores (CCC). CCC sind hochbelastbare und leichte Montagepunkte für den Einsatz in Sandwichkonstruktionen und reinen Laminataufbauten (vgl. Abbildung 1). CCC können nahezu beliebig mit marktverfügbaren Kernmaterialien wie auch Harz- und Schaumsystemen kombiniert werden. CCC bestehen aus einem Mesh aus Metallbändern

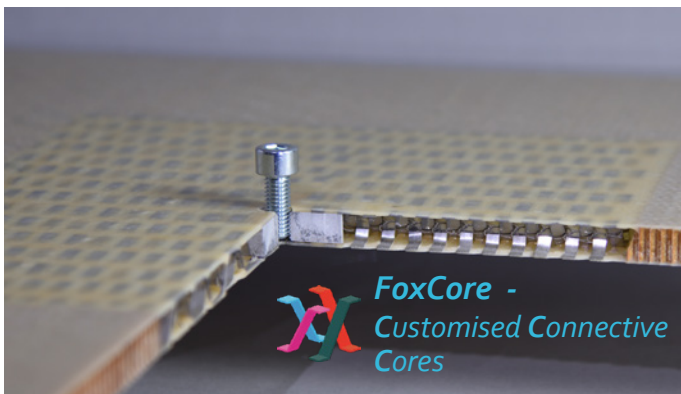


Abb. 1: Customised Connective Cores von Fox Core

Das Alleinstellungsmerkmal der CCC besteht in dem einzigartigen Verhältnis von geringer Masse bei außergewöhnlich hoher Belastbarkeit sowie dem gutmütigen Versagensverhalten, dass auch bei Überbelastung noch ein hohes Resttragverhalten ermöglicht. Dieses gutmütige Versagensverhalten wird durch den Formschluss zwischen Mesh und Befestigungselement erreicht (vgl. Abbildung 3).

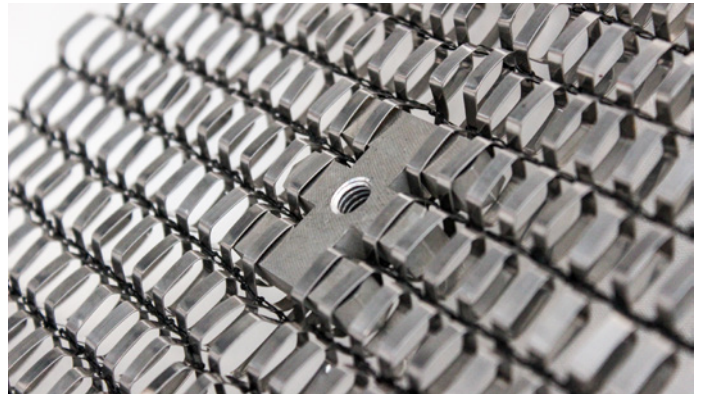


Abb. 3: formschlüssig in ein Mesh eingebundener Insert

oder Drähten und einem darin integrierten Befestigungselement. Durch die formschlüssige Verbindung des Befestigungselementes mit der umgebenden Mesh-Struktur werden punktförmige Belastungen, wie diese zum Beispiel aus Schraubverbindungen resultieren, besonders effektiv und flächig in die Deckflächen abgeleitet (vgl. Abbildung 2). Durch diese intelligente Kombination können konventionelle Lösungen für hochbelastete Montagepunkte, wie z. B. massive Einleger durch die deutlich leichteren CCC ersetzt werden, ohne dass für den Anwender erhöhte Fertigungskosten entstehen.

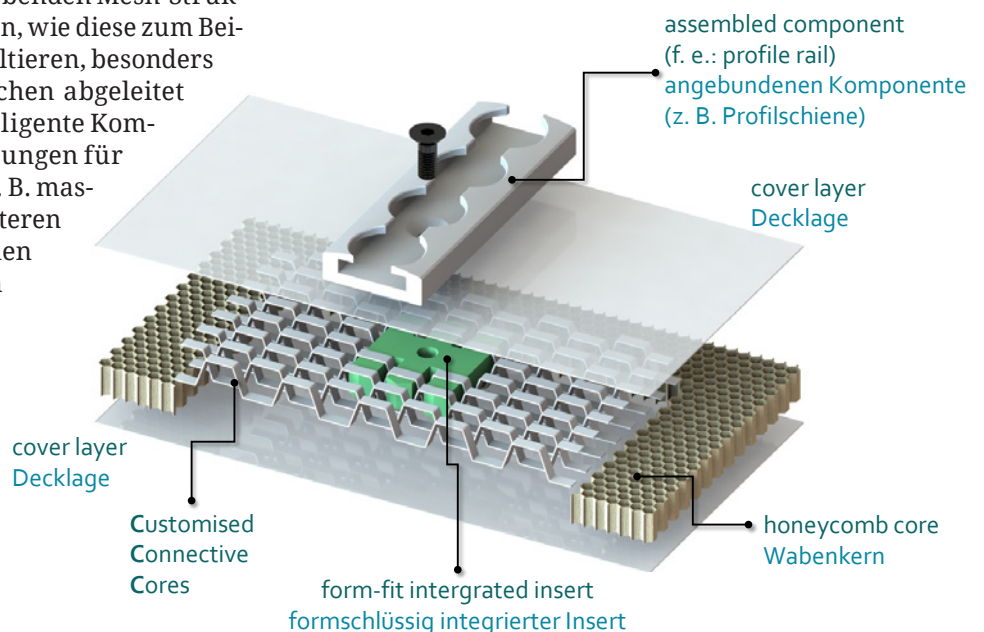


Abb. 2: Einbausituation von FoxCore's CCC

Die CCC sind darüber hinaus sphärisch verformbar und können flexibel an verschiedene räumliche Bedingungen angepasst werden. Somit können auch komplexe 3-dimensional gekrümmte Bauteilgeometrien realisiert werden, wobei die Montagepunkte an beliebiger Stelle im Bauteil eingebracht werden können.

Durch die patentierte und vollständig automatisierte Herstellungstechnologie können die CCC kundenindividuell auch in der Losgröße 1 kosteneffizient gefertigt werden. Das Gründungsteam von Fox Core verfügt über das Know-how zur anwendungsspezifischen Gestaltung der CCC an die Kundenerfordernisse und freut sich darauf, einen substanziellen Beitrag zur Realisierung Ihrer Leichtbauprojekte zu leisten.

Das Gründungsteam hat bereits erste Anwendungspotenziale in der Luft- und Raumfahrt, dem Sonderfahrzeugbau sowie dem maritimen Leichtbau erschlossen und wird im Laufe des Jahres 2024 ein Unternehmen gründen, um die CCC an die Pilotkunden zu vertreiben.

ANSPRECHPARTNER

Dr. Daniel Weise
Tel. +49 351 463 34408 | info@fox-core.de

TU Dresden | George-Bähr-Str. 3c | 01062 Dresden

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Glasfasern.

Markenqualität mit Liefergarantie.

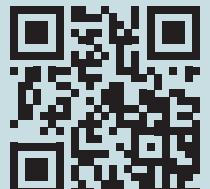


Schnittglas, assemblierte und direkte Rovings, Compofil-Hybridgarn, Matten, Gelege und Gewebe – Glasfasern für alle Anwendungen vom Marktführer.



Seit 2004 sind wir exklusiver Vertriebspartner des weltweit größten Glasfaserherstellers Jushi in der Region D-A-CH.

HELM AG
Nordkanalstr. 28
20097 Hamburg/Germany
Tel.: +49 40 23750
info@heltmag.com
www.heltmag.com



Highly Resilient Fastening Solutions for LIGHTWEIGHT APPLICATIONS

Author: Dr. Daniel Weise

The founding team of the Exist Research Transfer Project, "Fox Core," is currently engaged at the TU Dresden in the endeavor of introducing Customised Connective Cores (CCC) to the market. CCC serves as robust and lightweight mounting points suitable for use in sandwich constructions and pure laminated structures (see Figure 1). CCC can be seamlessly combined with readily available core materials, as well as resin and foam systems. They consist of a mesh constructed from metal strips or

giving failure behavior, which enables a high residual load capacity even under overloading conditions. This forgiving failure behavior is achieved through the interlocking relationship between the mesh and the fastening element (as shown in Figure 3).

Moreover, CCC can be spherical deformed and flexibly adapted to various spatial conditions. This capability enables the realization of complex three-dimensionally

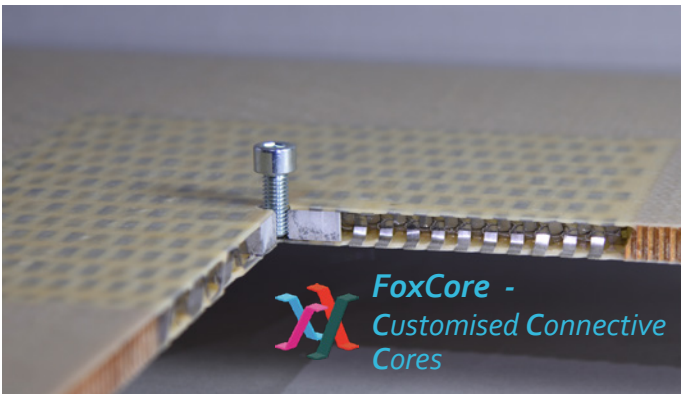


Fig. 1: Customised Connective Cores by Fox Core

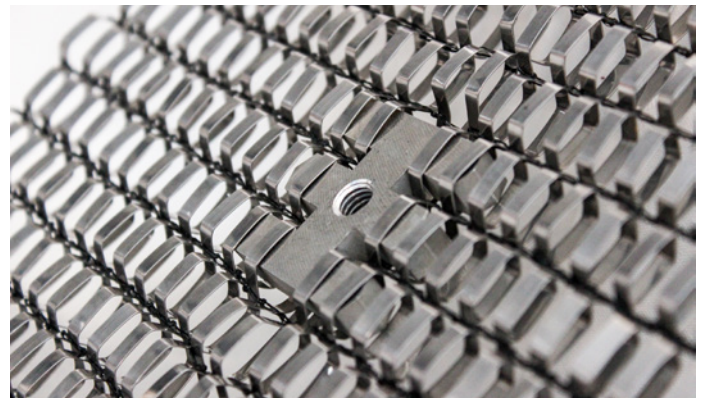


Fig. 3: formfit integrated insert

wires, incorporating a built-in fastening element. The fastening element's interlocking connection with the surrounding mesh structure effectively and uniformly distributes point loads, such as those resulting from screw connections, across the surface (refer to Figure 2). This intelligent combination allows conventional solutions for heavily stressed mounting points, such as solid inserts, to be replaced by the significantly lighter CCC, without incurring increased manufacturing costs for the end-user. The distinctive feature of CCC lies in its unique balance between low mass and exceptionally high load-bearing capacity, as well as its for-

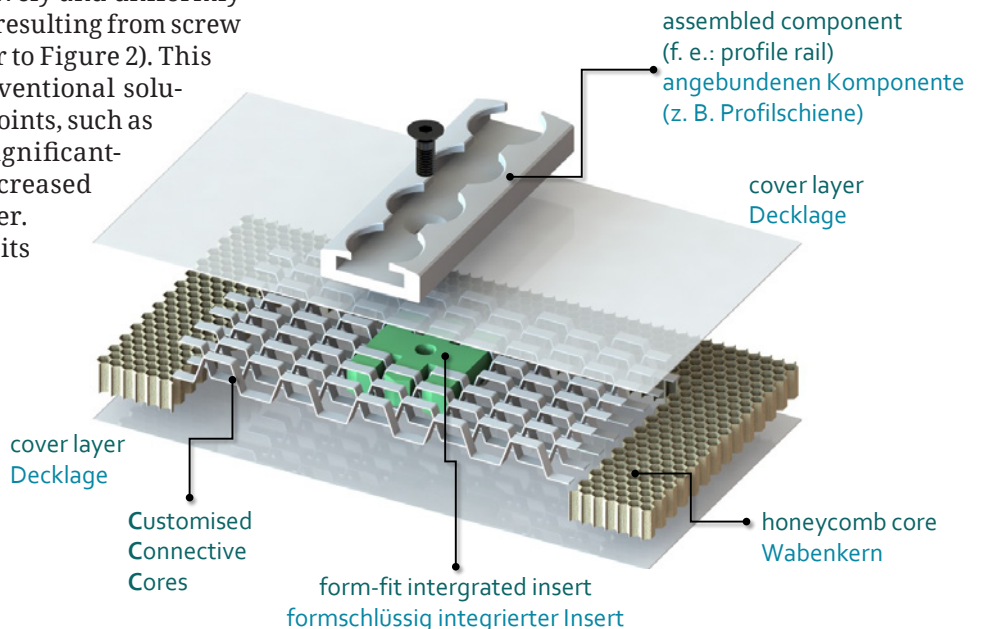


Fig. 2: assembly conditions of Fox Core's CCC

curved component geometries, with mounting points that can be introduced at any location within the component. Thanks to patented and fully automated manufacturing technology, CCC can be cost-effectively produced in customer-specific configurations, even in batch sizes as small as one. The Fox Core founding team possesses the expertise to tailor CCC designs to meet specific customer requirements and eagerly anticipates making a substantial contribution to the realization of your lightweight construction projects.

The founding team has already identified initial application potentials in the aerospace industry, special vehicle manufacturing, and maritime lightweight construction. Over the course of 2024, they will establish a company to distribute CCC to pilot customers.

CONTACT

Dr. Daniel Weise
+49 351 463 34408 | info@fox-core.de

TU Dresden | George-Bähr-Str. 3c | 01062 Dresden

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

EXIST



*Designing.
The Future.
Together.* 

Your Performance - Made by Roth

Roth
Composite Machinery

**Your partner for
high quality machinery**

- > High level automation
- > More process and material efficiency
- > Low maintenance, longevity and durability
- > Tailormade solutions e.g. for aerospace industry, automotive industry and future mobility industry

Roth Composite Machinery GmbH

Filament Winding & Prepreg Machinery • Bauhofstr. 2 • 35239 Steffenberg • Germany • Phone +49 (0)6464/9150-0
www.roth-composite-machinery.com • info@roth-composite-machinery.com

FROM PLASTICS. TO THE FUTURE.

THE COMFORT ZONE FOR YOUR VISION.



PUBLIC TRANSPOR- TATION & UTILITY SOLUTIONS

Leicht, robust, komfortabel – je vielfältiger die Ansprüche, desto wichtiger ist ein Systempartner, der seit 50 Jahren die Ideen der Branche voranbringt. Wir sind weltgrößter Lightweight Experte für Composites sowie Pultrusion und ermöglichen für Sie alle Verfahren mit ressourcenschonenden individuellen Komplettlösungen in höchsten Durchsätzen und allen Dimensionen.

DISCOVER MORE ABOUT OUR INDUSTRIES
www.kraussmaffe.com



KraussMaffei
Pioneering Plastics

