Leibniz
Gemeinschaft

Leibniz-Institut für
Verbundwerkstoffe



Photo Marcel Bücker (IVW spin-off Evolime): Ultra lightweight composite spokes for road- and mountainbike wheels

Jahresbericht 2021 | Annual Report 2021

Impressum
Herausgeber: Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW)
Redaktion: Ariane McCauley, Silvia Hochstätter
Layout, Grafik: Silvia Hochstätter
Fotonachweis: IVW, wenn nicht anders vermerkt
Anschrift: Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern
Telefon: +49 (0)631 2017 -0
www.ivw.uni-kl.de
© IVW

INHALT
CONTENT

Auf einen Blick / *At a Glance*	5
Mission & Branchen / *Mission & Sectors*	6
Technologien / *Technologies*	8
Kompetenzfelder / *Fields of Competence*	9
Interdisziplinäre Forschungsgruppen / *Interdisciplinary Research Groups*	32
Projekte / *Projects*	34
Personal / *Staff*	146
Wissens- & Technologie-Transfer / *Knowledge & Technology Transfer*	152
Innovationszentrum Thermoplaste / *Innovation Center Thermoplastics*	154
Chancengleichheit am IVW / *Equal Opportunities at IVW*	156
Industriekooperationen / *Industrial Cooperations*	158
Mitgliedschaften in Vereinen und Verbänden / *Memberships in Associations and Federations*	160
Weltweites Netzwerk / *Global Network*	164
Internationaler Wissenschaftlicher Austausch / *International Scientific Exchange*	166
Ausgründungen / *Spin-Offs*	168
Universität & Lehre / *University & Teaching*	176
Patente & Fachbücher / *Patents & Technical Books*	178
Rückblick / *Review*	180

ANLAGE
ANNEX

Veröffentlichungen / *Publications*	188
Fachkonferenzen / *Specialized Conferences*	190
Promotionen / *Doctorates*	191
Gastwissenschaftler / *Guest Scientists*	191
Interne Kolloquien / *Internal Colloquia*	192
Internationale Kooperationen / *International Cooperations*	193
Fachgremien / Begutachtungen / *Expert Panels / Reviews*	195

VORWORT



Liebe Leserinnen und Leser,

als neue „Doppelspitze“ des Leibniz-Instituts für Verbundwerkstoffe GmbH freuen wir uns, Ihnen den Jahresbericht 2021 gemeinsam präsentieren zu können. Denn um zukünftig noch effizienter für die Zukunftsfelder auf dem Gebiet der Faserverbundwerkstoffe forschen, entwickeln und für Sie arbeiten zu können haben wir, wie bei Einrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft schon lange sehr bewährt, die Geschäftsführung in einen wissenschaftlichen und einen administrativen Bereich aufgeteilt.

Herzlich bedanken möchten wir uns bei Ihnen für die vielen Glückwünsche, die uns anlässlich unseres Festkolloquiums vom 8.-9. September zum 30-jährigen Bestehen unseres Institutes erreicht haben. Die Festbroschüre mit vielen Statements unserer zufriedenen Partner und Kunden sowie interessante Fachbeiträge unserer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können Sie auf unserer Homepage abrufen.

Mit dem Tod unseres lieben Kollegen und Freundes, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Klaus Friedrich, hat uns im Mai 2021 ein Pionier des IVW, ein international überaus renommierter Wissenschaftler und ein großes menschliches Vorbild verlassen. Postum wurde ihm vom Center for Composite Materials der University of Delaware die „Medal of Excellence 2021 in Composite Materials“ verliehen. Wir blicken mit Dankbarkeit auf die gemeinsame Arbeit mit Professor Friedrich zurück und werden insbesondere die ihm so wichtigen Themen der Nachwuchsförderung und Internationalisierung weiter vorantreiben.

Die gesellschaftlichen Herausforderungen bei Energie, Klima, Umwelt, dem Mobilitätssektor und der Gesundheit stehen weiter im Fokus unserer Arbeiten. Lösungen mit Faserverbundwerkstoffen liefern entscheidende Beiträge für Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik. Wir stehen für exzellente Forschung, die die ganze Prozesskette -vom Werkstoff über die Bauteilentwicklung und -Fertigung bis zum Betrieb und Recycling- umfasst. Auch 2021 haben wir Fortschritte erzielt. Eine Übersicht finden Sie im blauen Abschnitt „Projekte“. Immer spielen unsere kreativen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter die entscheidende Rolle. Sie sind die wichtigste Grundlage unseres Erfolgs. Ihnen möchten wir daher an dieser Stelle besonders herzlich danken.

2022 werden wir die letzte große Anschaffung im Rahmen unseres Technologiezentrums Thermoplastische Composites (TTC) in Betrieb nehmen, unsere Langzauner-Presse, mit der wir wichtige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auch an größeren Strukturbauteilen vorantreiben können. Damit werden Um- und Urformvorgänge sowie Kombinationen daraus, mit endlos- sowie mit diskontinuierlicher Faserverstärkung (auch Hybriden) möglich. 25.000 kN Presskraft, eine 3m x 2m große Aufspannplatte für große Werkzeuge, kombiniert mit der Möglichkeit zu hohen Schließgeschwindigkeiten von bis zu 800 mm/s und schnellen Druckaufbauzeiten von unter 1 s, bieten in Kombination mit einem vorgeschalteten Infrarot-Strahlerfeld beispielsweise auch für Hochleistungsthermoplaste hervorragende Möglichkeiten. Alle Details finden Sie unter https://www.ivw.uni-kl.de/de/forschung-entwicklung/technologiezentrum-thermoplastische-composites-ttc.

Ein neues, spannendes Jahr liegt vor uns.

Wir freuen uns darauf!



Dear Readers,

As the new "dual leadership" of the Leibniz Institute for Composite Materials GmbH, we are pleased to jointly present our Annual Report 2021 to you. We have divided the management into a scientific and an administrative area, as has long been the practice at institutions of the Leibniz Association, in order to be able to research, develop and work for you even more efficiently in the future in the field of fiber-reinforced composites.

We would like to thank you for the many congratulations we received on the occasion of our celebratory colloquium on September 8-9 to mark the 30th anniversary of our institute. The commemorative brochure with many statements of our satisfied partners and customers as well as interesting technical contributions of our scientists is available on our homepage.

With the death of our dear colleague and friend, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Klaus Friedrich, a pioneer of IVW, an internationally renowned scientist and a great human role model has left us in May 2021. He was posthumously awarded the "Medal of Excellence 2021 in Composite Materials" by the Center for Composite Materials at the University of Delaware. We look back with gratitude on the joint endeavors with Professor Friedrich and will in particular continue to advance the issues of promoting young scientists and internationalization that were so important to him.

The societal challenges in energy, climate, environment, the mobility sector and health continue to be the focus of our work. Solutions with fiber-reinforced composites make decisive contributions to improvements over the state of the art. We stand for excellent research that covers the entire process chain - from materials to component development and production to operation and recycling. Also in 2021 we have made progress. You can find an overview in the blue section „Projects". Our creative employees always play the decisive role. They are the most important foundation of our success. We would therefore like to take this opportunity to express our special thanks to them.

In 2022, we will commission the last major acquisition within the framework of our Thermoplastic Composites Technology Center (TTC), our Langzauner press, which will also enable us to drive forward important research and development work on larger structural components. This will enable forming and re-forming processes as well as combinations thereof, with continuous as well as discontinuous fiber reinforcement (also hybrids). 25,000 kN press force, a 3m x 2m clamping platen for large molds, combined with the possibility of high closing speeds of up to 800 mm/s and fast pressure build-up times of less than 1 s, offer excellent possibilities in combination with an upstream infrared emitter field, for example, also for high-performance thermoplastics. You can find all the details at https://www.ivw.uni-kl.de/en/research-development/technology-center-thermoplastic-composites-ttc.

A new, exciting year lies ahead.

We are looking forward to it!



Das Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe auf einen Blick

The Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe at a Glance

2021

Gesamthaushalt [Mio. €] / *Overall budget [m€]*	12,7
Drittmittelprojekte [Mio. €] ** / *Project funding [m€]***	5,8
Investitionen [Mio. €] / *Investments [m€]*	0,9
Projekte / *Projects*	140
Veröffentlichungen in referierten Fachzeitschriften *Publications in peer-reviewed journals*	24
Vorlesungen, Labore / *Lectures, laboratories*	
SS [SWh] / *Summer term*	18
WS [SWh] / *Winter term*	25
Promotionen / *Doctorates*	3
Habilitationen / *Habilitations*	1
Personal / *Staff*	
Stammpersonal* / *Permanent staff**	63
Wissenschaftliches Personal* / *Scientific staff**	52
Wissenschaftliche Gäste / *Guest scientists*	2
Wissenschaftliche Hilfskräfte / *Student assistants*	44

* VZÄ / *FTE*
** ohne TTC / *without TTC*

Als Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft erhält das Institut institutionelle Zuwendungen gemäß AV-WGL zur gemeinsamen finanziellen Förderung von Einrichtungen durch Bund und Länder (Bundesanteil 50 %, Anteil des Landes Rheinland-Pfalz und der Ländergesamtheit 50 %).

As a member of the Leibniz Association, the institute receives institutional grants in accordance with the AV-WGL for the joint financial support of institutions by the federal and state governments (federal share 50%, share of the state of Rhineland-Palatinate and the entirety of the states 50%).

Von den Grundlagen bis zur Anwendung

Das Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung des Landes Rheinland-Pfalz und der Technischen Universität Kaiserslautern (TUK). Es erforscht Grundlagen für zukünftige Anwendungen von Verbundwerkstoffen, die z.B. für die Mobilität der Zukunft, die Bereiche Energie, Klima und Umwelt, die Produktionstechnologie sowie für das Gesundheitswesen von großer Bedeutung sind.Neue Werkstoffe, Bauweisen und Fertigungsprozesse werden untersucht und – nach der Erarbeitung des Grundlagenverständnisses – für die jeweiligen Anforderungen maßgeschneidert.
Dabei steht die gesamte Prozesskette von den werkstofflichen Grundlagen über die Charakterisierung und Simulation, die Bauweisen und die Fertigungstechnik bis zum Bauteilversuch und Recycling im Fokus. Neue Ideen und innovative Konzepte sind nicht nur ein essentieller Bestandteil der Forschung und Weiterentwicklung des Institutes, sondern führen auch zu Ausgründungen. Neu erworbenes Wissen wird transferiert, vor allem in die Wissenschaft, aber auch in die Lehre, die interessierte Öffentlichkeit und die industrielle Anwendung.

Als Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft erhält das Institut institutionelle Zuwendungen gemäß AV-WGL zur gemeinsamen finanziellen Förderung von Einrichtungen durch Bund und Länder (Bundesanteil 50 %, Anteil des Landes Rheinland-Pfalz und der Ländergesamtheit 50 %).



Medical Engineering:
Pedicle screw

| Gesundheit | Mobilität | Energie | Klima | Umwelt | Produktionstechnik |
| Automobilbau | Luft- & Raumfahrt | Maschinenbau | Medizintechnik | Sport |

From Fundamental Research to Application

The Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) is a non-profit research institution of the state of Rhineland-Palatinate and the Technical University of Kaiserslautern (TUK). It researches fundamentals for future applications of composite materials, which are of great importance for the mobility of the future, the fields of energy, climate and environment, production technology as well as for health care. New materials, construction methods and manufacturing processes are investigated and - after the basic understanding has been developed - tailor-made for the respective requirements. The focus is on the entire process chain, from basic materials to characterization and simulation, from construction methods and production technology to component testing and recycling. New ideas and innovative concepts are not only an essential part of the research and further development of the institute, but also lead to spin-offs. Newly acquired knowledge is transferred, above all into science, but also into teaching, the interested public and industrial applications.

As a member of the Leibniz Association, the institute receives institutional grants in accordance with the AV-WGL for the joint financial support of institutions by the federal and state governments (federal share 50%, share of the state of Rhineland-Palatinate and the entirety of the states 50%).



| Health | Mobility | Energy | Climate | Environment | Production Technology |
| Automotive | Aerospace | Mechanical Engineering | Medical Technology | Sports |

TECHNOLOGIEN / *TECHNOLOGIES*

Das IVW entwickelt Komposite in großer Breite und Tiefe
IVW *develops composites for a wide variety of applications*



von A bis Z

- Bauteilprüfung
- Bauteilüberwachung
- Bauweisenentwicklung
- Compoundierung / Blends
- Festigkeitsanalyse
- Folienextrusion
- Funktionalisierte Matrixsysteme
- Halbzeugentwicklung
- Harzinjektionsverfahren & Simulation
- Hybride Materialien & Strukturen
- Hybridprozesse
- Impakt-/ Crashverhalten & Simulation
- Lebensdaueranalyse
- Mehraxiale Werkstoffprüfung
- Methoden zur Material- und Prozess-Charakterisierung
- Multifunktionale Verbundwerkstoffe & Simulation
- Nanokomposite
- Presstechnik & Simulation
- Tape und Fiber Placement & Simulation
- Textile Preform-Technologie
- Tribologie
- Umformtechnik & Simulation
- Verbindungstechnik / Schweißen & Simulation
- Versagensverhalten
- Wasserstoffspeicher & -technologien
- Werkstoffanalytik
- Wickeltechnik & Simulation
- Zerstörungsfreie Werkstoff-/ Bauteilprüfung & Simulation

from A to Z

- *Component Control*
- *Component Testing*
- *Compounding / Blends*
- *Design*
- *Development of Semi-Finished Materials*
- *Failure Behavior*
- *Fatigue Analysis*
- *Filament Winding & Simulation*
- *Film Extrusion*
- *Forming Technology & Simulation*
- *Functionalized Matrix Systems*
- *Hybrid Materials & Structures*
- *Hybrid Processes*
- *Hydrogen Storage & Technologies*
- *Impact / Crash Behavior & Simulation*
- *Joining Technology / Welding & Simulation*
- *Material Analytics*
- *Methods of Material & Process Characterization*
- *Multi-Axial Material Testing*
- *Multifunctional Composites & Simulation*
- *Nanocomposites*
- *Non-Destructive Material / Component Testing & Simulation*
- *Press Molding Technology & Simulation*
- *Resin Injection Technology & Simulation*
- *Stress Analysis*
- *Tape and Fiber Placement & Simulation*
- *Textile Preform Technology*
- *Tribology*

KOMPETENZFELDER / FIELDS OF COMPETENCE

Overview



Tailored & Smart Composites / *Tailored & Smart Composites*	10/11
Tailored Thermosets & Biomaterials /*Tailored Thermosets & Biomaterials*	12/13
Tribologie / *Tribology*	14/15
Materialkreisläufe / *Material Cycles*	16/17
Bauweisen / *Design of Composite Structures*	18/19
Prozesssimulation / *Process Simulation*	20/21
Mechanische Charakterisierung & Modellierung / *Mechanical Characterization & Modeling*	22/23
Ermüdung & Lebensdaueranalyse / *Fatique & Life Time Prediction*	24/25
Press- & Fügetechnologien / *Press & Joining Technologies*	26/27
Roving- & Tapeverarbeitung / *Roving & Tape Processing*	28/29
Imprägnier- & Preformtechnologien / *Impregnation & Preform Technologies*	30/31

KOMPETENZFELD

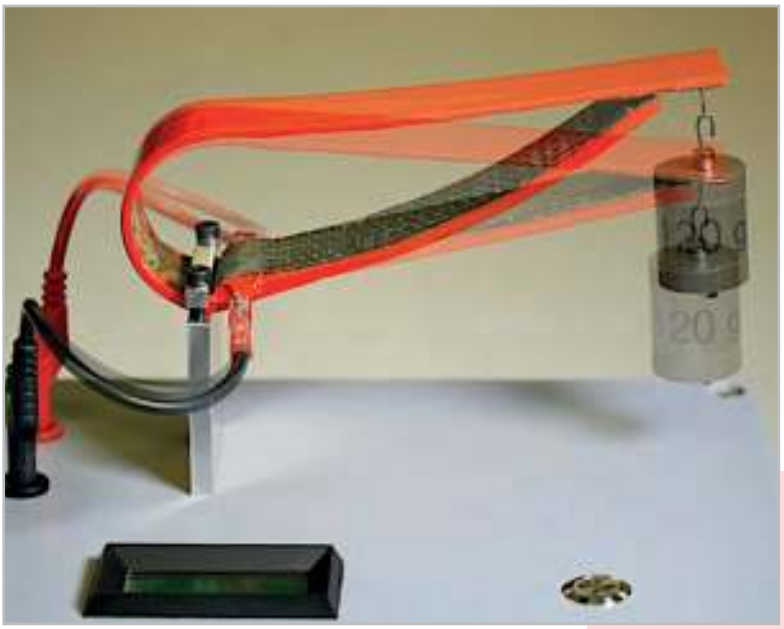
Tailored & Smart Composites

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Fahrzeugbau & Luftfahrt	Adaptive aerodynamische Elemente
Maschinen- & Anlagenbau	Werkstoffintegrierte Sensoren
Medizintechnik	Röntgentransparente Implantate

TYPISCHE FRAGEN

und Herausforderungen auf dem Weg vom Werkstoff zum System sind…

- die effiziente theoretische und experimentelle Beschreibung der komplexen Eigenschaftsprofile multifunktionaler Materialien
- die Entwicklung geeigneter Mess- und Prüfeinrichtungen sowie zugehöriger Methoden zur multiphysikalischen Werkstoffcharakterisierung
- die Erarbeitung komplexitätsangepasster, skalenübergreifender Werkstoffmodelle für Verarbeitung und Bauteilauslegung



Vom multifunktionalen Werkstoff zum System – Verbundwerkstoffe ermöglichen die Kombination von funktionalen Eigenschaften mit optimaler strukturmechanischer Leistungsfähigkeit. Damit werden sie zu einem Schlüsselelement der Mechatronik bzw. Adaptronik, einem heute rasant voranschreitenden Forschungsgebiet. Zentrale Herausforderung ist die Beherrschung des komplexen Eigenschaftsprofils dieser Materialien entlang der gesamten Entwicklungskette – vom Design über die Fertigung bis zur Systemintegration und Prüfung der Komponente. Hier setzt die Forschungstätigkeit des Kompetenzfeldes Tailored & Smart Composites an: Im Fokus steht das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Struktur, Prozess und daraus resultierender Eigenschaften multifunktionaler Verbundwerkstoffe. Wir arbeiten an der Entwicklung neuer Verfahren zur zerstörungsfreien Prüfung von Kompositen und integrieren Sensoren oder Aktuatoren in faserverstärkte Bauteile, damit diese sich adaptiv an ihre Umgebung anpassen können. Nach der Auslegung mit Finite-Elemente-Methoden können wir solche Werkstoffe mit Standard-Verarbeitungsmethoden herstellen, zu Bauteilen oder Halbzeugen verarbeiten und sowohl die Werkstoffeigenschaften als auch die speziellen Funktionen umfangreich charakterisieren. Die Möglichkeit, das experimentell ermittelte Strukturverhalten mit Ergebnissen aus Simulation und Modellierung zu vergleichen, rundet das Angebotsspektrum ab.

Typische Werkstoffe
Verbundwerkstoffe
Piezokeramiken
Formgedächtnislegierungen

Spezielle Leistungsmerkmale:

- „One Stop Shop“ Auslegung - Simulation - Realisierung - Test: alles aus einer Hand
- Kombination von Faserverbund-Know-how mit Smart Materials-Expertise
- Hybridkomposite auf der Basis von Polymerblends

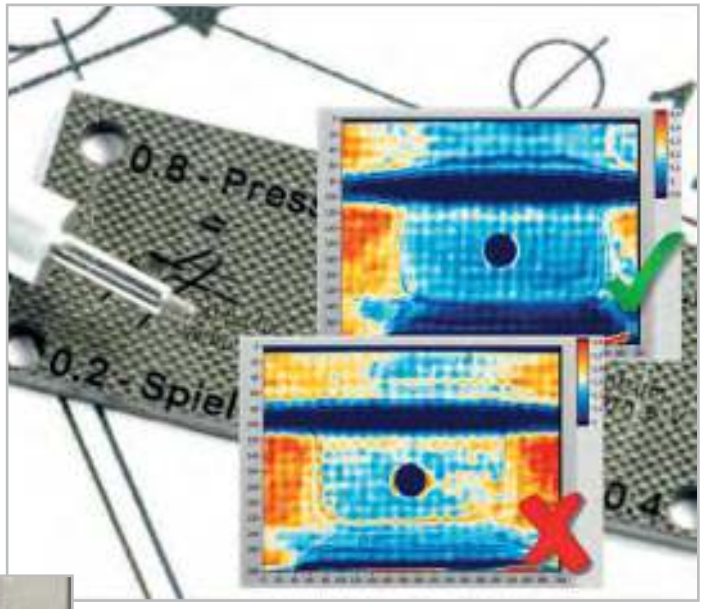


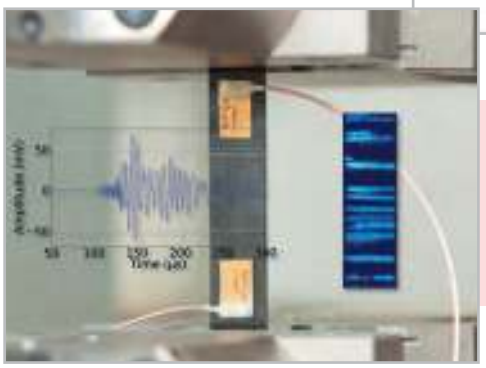
Dr. rer. nat. Martin Gurka | ✆+49 631 2017 -369 | martin.gurka@ivw.uni-kl.de

Tailored & Smart Composites

From multifunctional material to system – composite materials allow a variety of functional properties to be combined with optimal structural performance. This makes them a key element of mechatronics and adaptronics, a rapidly advancing field of research today. The main challenge is to master the complex property profile of these materials along the entire development chain from design and production to system integration and testing of the finished component. This is where the research activities of the competence field Tailored & Smart Composites start: The focus is on understanding the relationships between structure, process, and the resulting properties of multifunctional composites. We are working on the development of new methods for non-destructive testing of composite materials and we integrate sensors or actuators in fiber-reinforced components so that they can adaptively adjust to their environment. After their design by finite element methods, we can produce such materials using standard methods, process them into components or semi-finished products and comprehensively characterize both the material properties and the special functions.

Economic sectors	Applications (examples)
Automotive & Aeronautics	Adaptive aerodynamic elements
Engineering & Systems Engineering	Integrated sensors
Medical Engineering	X-ray-transparent implants





Typical materials
Composites
Piezo ceramics
Shape memory alloys

TYPICAL QUESTIONS

and challenges on the way from material to system are...

- *the effcient theoretical and experimental description of the complex property profiles of multifunctional materials*
- *the development of suitable measuring and testing equipment and associated methods for multiphysical material characterization*
- *the development of complexity-adapted, cross-scale material models for processing and component design*

Special expertise:

- *"One Stop Shop": design - simulation - realization - testing*
- *Combination of composite know-how with smart materials expertise*
- *Hybrid composites based on polymer blends*



Dr. rer. nat. Martin Gurka | ✆ +49 631 2017 -369 | martin.gurka@ivw.uni-kl.de

Tailored Thermosets & Biomaterials

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Fahrzeugbau	Biobasierte Schäume Tribologische Beschichtungen
Luft- & Raumfahrt	Multifunktionale Matrizes
Maschinen- und Anlagenbau	Walzenbezüge Gleitlager
Energietechnik	Zähmodifizierte Polymer-matrizes
Baugewerbe	Dauerhafte Armierungen Biobasierte Schäume

Das Kompetenzfeld Tailored Thermosets and Biomaterials adressiert interdisziplinär die Schwerpunktbereiche Energie, Mobilität und Ökoeffizienz. Fachliches Kernelement ist die Entwicklung von reaktiven multifunktionellen Verbundwerkstoffen im Kontext von umweltverträglichen Herstellungsprozessen und maßgeschneiderten Eigenschaften. Im Fokus steht die Erschließung eines innovativen „Werkstoffbaukastens" als Bottom-up Technologieplattform, mit neuen Materialien vorzugsweise aus nachhaltigen Ausgangsstoffen sowie funktionellen Füll- und Verstärkungsstoffen. Besonders Stoffe mit interagierender Wechselwirkung zwischen Matrix und Teilchen und die Nutzung von Wirkprinzipien aus der Natur sind von Interesse. Weiterentwickelt werden Kompetenzen im physikalischen, chemischen und besonders bruchmechanischen Methodenspektrum. Schwerpunkte sind die Aufklärung von Strukturen und Eigenschaften auf Mikro-/Nanoskala sowie des Versagensverhaltens (Ermüdungsrissausbreitung, Spannungsrissbildung). Es werden neue Messmethoden wie beispielsweise die Temperaturmodulierte Optische Refraktometrie (TMOR) eingesetzt. Ziel ist also, aus dem Grundlagenverständnis von Morphologien, Mechanismen und korrelierenden Modellen heraus die Werkstoffinnovation zu entwickeln.



Carbon fibers

Typische Werkstoffe

Reaktivsysteme, biobasierte Werkstoffe, Mikro-/Nanofüllstoffe, Holz, Fasern

TYPISCHE FRAGEN:

- Wie kann man die Eigenschaften und die Verarbeitbarkeit von Duroplasten verbessern, ohne die Kosten zu erhöhen?
- Welche Duroplaste sind resistent gegen stark alkalische Medien, um eine hohe Lebensdauer in der Anwendung zu erreichen?
- Welchen gleichwertigen oder besseren Ersatzwerkstoff kann man für einen am Markt nicht mehr verfügbaren Werkstoff einsetzen?

Spezielle Leistungsmerkmale:

- Breite Expertise in der Werkstoffauswahl, Verarbeitung und Charakterisierung
- Entwicklung von duroplastischen Verbundwerkstoffen mit maßgeschneiderten und multifunktionalen Eigenschaften
- Skalierbare Verarbeitungstechnologien und -verfahren nach industriellem Standard
- Weiterentwicklung von Charakterisierungsmethoden



KONTAKT

Dr.-Ing. Bernd Wetzel | ✆+49 631 2017 -119 | bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de

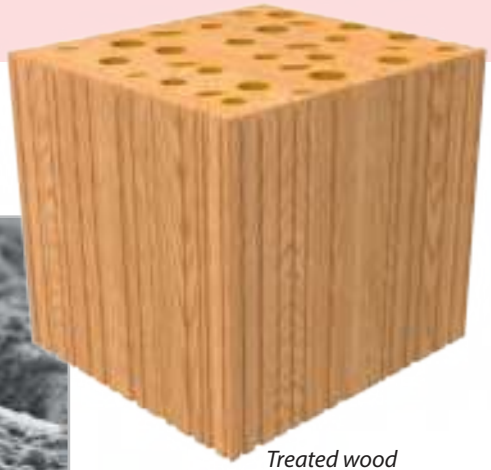
Tailored Thermosets & Biomaterials

The competence field Tailored Thermosets & Biomaterials has an interdisciplinary focus on energy, mobility and eco-efficiency. Core element is the development of reactive multifuncional composites in the context of environmentally benign manufacturing processes and tailor-made properties. The focus is on the development of an innovative modular building block system as a bottom-up technology platform, with new materials, preferably from sustainable raw materials, as well as functional fillers and reinforcing materials. Substances with interaction between matrix and particles as well as the use of functional principles from nature are of particular interest. Competencies in physical, chemical and especially fracture mechanics methods are constantly evolving. Focal points are the elucidation of structures and properties on a micro/nano scale as well as the failure behavior (fatigue crack propagation, environmental stress cracking formation). New measurement methods, such as Temperature-Modulated Optical Refractometry (TMOR), are used. Thus, our aim is to develop innovative materials from the fundamental understanding of morphologies, mechanisms and correlating models.

Economic sectors	Applications (examples)
Automotive	Tribological coatings Biobased foams
Aeronautics & Space	Multifunctional matrices
Engineering & Systems Engineering	Roller covers Slide bearings
Energy	Toughened polymer matrices
Construction Industry	Durable reinforcements Biobased foams

Typical materials

Reactive systems, biobased materials, micro-/nanofillers, wood, fibers



Treated wood

Multifunctional polymer matrix

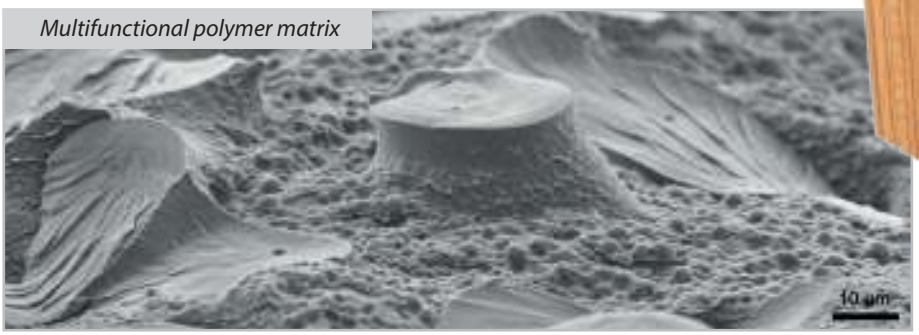


Foto: A. Klingler

TYPICAL QUESTIONS:

- *How can properties and processability of thermosets be improved without increase of costs?*
- *Which thermosets are resistant against strong alkaline media in order to reach high durability in applications?*
- *Which equivalent or better material can substitute a material no longer available on the market?*

Special expertise:

- *Broad expertise in material selection, processing and characterization*
- *Development of thermoset composites with tailored and multifunctional properties*
- *Scalable processing technologies and methods according to industrial standards*
- *Further development of characterization methods*



Dr.-Ing. Bernd Wetzel | ✆ +49 631 2017 -119 | bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de

Tribologie

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Automobilbau	Lager und Lagerwerkstoffe
Maschinenbau	Schnell bewegte Maschinenteile, Kolben- und Walzenbeschichtungen, Rotor-/Statorsysteme

Im Kompetenzfeld Tribologie erforschen und entwickeln wir Verbundwerkstoffe, Prüftechnologien und -methoden, die individuell zum Einsatzfeld passen. Grundlage dazu ist die Analyse der jeweiligen technischen Anwendung und Gestaltung der Aufgabenstellung gemeinsam mit unseren Partnern. Problemlösungen erarbeiten wir durch Anwendung der wissenschaftlichen Erkenntnisse aus unserer Grundlagenforschung, dem Verständnis von Reibungs-/Verschleißmechanismen und den Zusammenhängen zwischen Werkstoffstrukturen und Eigenschaften. Daraus leiten wir neue, verbesserte Werkstoffformulierungen ab. Diese Materialien charakterisieren und bewerten wir mit eigens entwickelten und mit Präzisionssensorik ausgerüsteten Modell- und Bauteilprüfständen und folgen normierten oder der Anwendung angepassten Prüfmethoden. Typische Anwendungen der Werkstoffe sind z.B. Gleitlager mit hoher thermischer Stabilität, niedrigem Reibungskoeffizienten und langer Lebensdauer, sowohl unter großen Belastungen im Trockenlauf als auch bei Grenzreibungs- und hydrodynamischen Schmierzuständen. Durch die enge Vernetzung der Tribologie mit den angrenzenden Kompetenzfeldern bietet das IVW die Entwicklung tribologischer Werkstoffe samt Herstellungsprozessen, Prüftechnik/-methodik und Analytik entlang der gesamten Wertschöpfungskette an.

Typische Werkstoffe

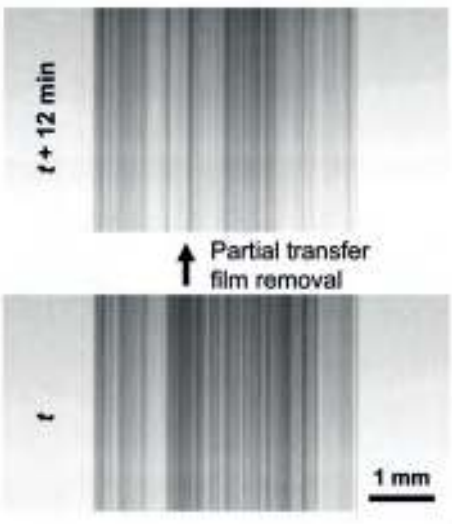
Duroplaste, Thermoplaste, Elastomere
Glas-, Kohlenstoff-, Aramidfasern
Mikro- und Nanopartikel, Festschmierstoffe

Prüfmöglichkeiten

Gleit-, Abrasions-, Erosions-, Schwingverschleiß, vielfältige Kontaktgeometrien bei hohen Lasten und Geschwindigkeiten, geschmierte Versuche

TYPISCHE FRAGEN:

- Wie beeinflusst die Werkstoffzusammensetzung die Stabilität von Transferfilmen?
- Wie können tribologische Modellversuche so gestaltet werden, dass sie Gleitlagerversuche ersetzen können?
- Wie müssen Laborinformationssysteme gestaltet sein, dass sie tribologische Werkstoffuntersuchungen bestmöglich abbilden?





Spezielle Leistungsmerkmale:

- Anwendungsorientierte Entwicklung von Verbundwerkstoffen, Herstellungsverfahren, tribologischen Prüftechniken und -methodiken sowie Bauteilprüfung

Dipl.-Chem. Andreas Gebhard | ✆+49 631 2017 -342 | andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de

Tribology

Economic sectors	Applications (examples)
Automotive	Bearings and bearing materials
Engineering	Highly accelerated machine parts, piston bearings and calender coatings, rotor/stator systems

In the competence field Tribology we develop composite materials, testing technologies and methods adapted to specific applications. Basis is the analysis of the respective technical application and the structuring of the specific task together with our customers. We develop solutions by applying our know-how from fundamental scientific research, the understanding of both friction and wear mechanisms, and the relationships between material structures and properties, thereby deriving new and improved material formulations. We characterize and evaluate composite materials using in-house designed and constructed model and component test rigs equipped with precision sensors, following standard or application adapted testing methods. These high performance composites are typically applied as e.g. slide bearings with high thermal stability, low friction coefficient, and extended service life. They are able to operate under dry boundary, and hydrodynamic lubrication conditions. Tribology's close networking with related competence fields enables IVW to offer research and development of tribologic composites along the entire value-added chain. This includes manufacturing processes, testing technology and methodology, and material analytics from a single source.



Typical materials

Thermosets, thermoplastics, elastomers
Glass/carbon/aramid fibers
Micro and nanoparticles, solid lubricants

Testing capabilities

Sliding, abrasion, erosion, fretting, various contact geometries at high specific loads and velocities, lubricated testing

TYPICAL QUESTIONS:

- *How does the material composition influence the stability of transfer films?*
- *How can tribological model tests be designed so that they can replace plain bearing tests?*
- *How must laboratory information systems be designed so that they best represent tribological material tests?*

Special expertise:

- *Application-oriented customized development of composite materials and manufacturing processes, tribological testing procedures and methodology, component testing*



Dipl.-Chem. Andreas Gebhard | ✆ +49 631 2017 -342 | andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de

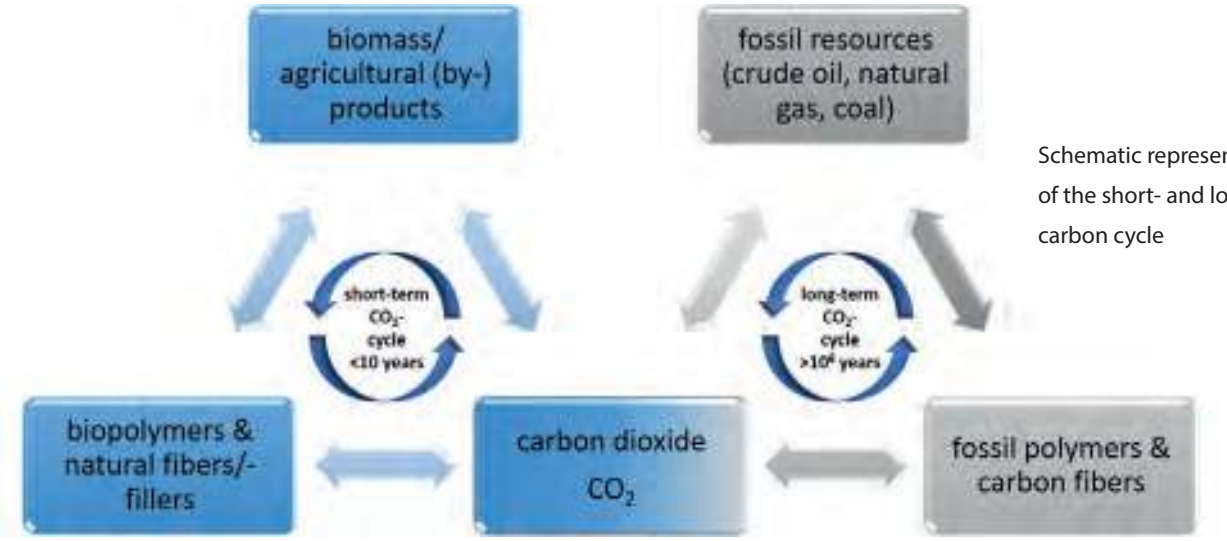
Materialkreisläufe

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- & Raumfahrt	Sekundärstrukturen
Automobilbau	Strukturbauteile & Sekundärstrukturen
Maschinenbau	Polymere Gleitlager und komplexe Bauteile
Baugewerbe	Faserverstärkter Beton

Typische Werkstoffe

Polymere, Fasern und Additive aus nachwachsenden Rohstoffen
Recycelte Fasern und Polymere
Werkstoffe aus ihrer End-of-Life Phase

Das Kompetenzfeld Materialkreisläufe beschäftigt sich mit grundlegenden Fragestellungen zum Einsatz von Materialien im geschlossenen Kohlenstoffkreislauf. Besonderes Augenmerk gilt dem Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen, wie Naturfasern oder -füllstoffen, Chemikalien und Polymeren aus erneuerbaren Quellen. Zusätzlich ist das Recycling von Werkstoffen und Bauteilen aus Verbundwerkstoffen, mit Fokus auf Kohlenstofffasern, ein wichtiger Aspekt in der optimalen Nutzung von Rohstoffen und damit Teil der Kompetenzfeldaktivitäten. Themenübergreifend sind vor allem die thermische Beständigkeit und Oberflächenbeschaffenheit für bestmögliche Faser-Matrix-Bindungen und Hochleistungseinsatz Kernfragen. Natürlich vorkommende Strukturen in Naturfasern können, bei gezieltem Einsatz, einen Mehrwert durch zusätzliche Funktionalität bringen. Dies grundlegend zu verstehen ist ebenfalls Gegenstand der Forschungen im Kompetenzfeld.



Schematic representation of the short- and long-term carbon cycle

TYPISCHE FRAGEN:

- Wie können Werkstoffe aus End-of-Life Komponenten in gleichbleibender Qualität in neuen hochwertigen Anwendungen eingesetzt werden?
- Wie können nachhaltige Materialien in Verbundwerkstoffen eingesetzt werden und einen Mehrwert schaffen?
- Wie wirken sich Eigenschaften von Naturfasern auf das Verhalten von Verbundwerkstoffen aus?



Spezielle Leistungsmerkmale:

- Moderne Prüfanlagen mit verschiedenen Kopplungen von werkstofflichen Eigenschaften
- Hochaufgelöste 2D- und 3D-Strukturaufklärung von Verbundwerkstoffen inkl. Schadenanalysen

KONTAKT
Dr. Barbara Güttler | ✆+49 631 2017 -462 | barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

Material Cycles

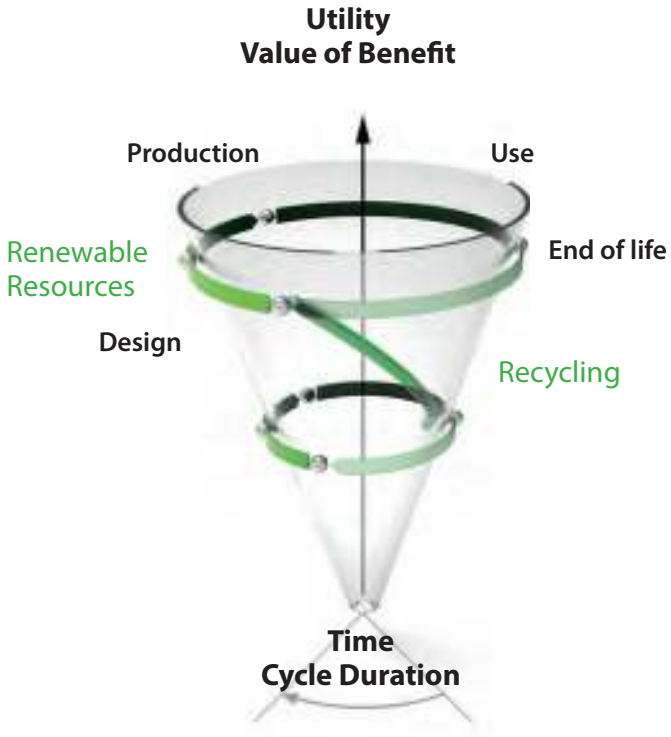
The Material Cycles competence field deals with fundamental issues related to the use of materials in a closed carbon cycle. Particular attention is paid to the use of renewable raw materials, such as natural fibers or fillers, chemicals and polymers from renewable sources. In addition, the recycling of materials and components made of composites, with a focus on carbon fibers, is an important aspect in the optimal use of raw materials and thus part of the competence field activities. Across topics, thermal resistance and surface properties for best possible fiber-matrix bonding and high-performance use are key issues. Naturally occurring structures in natural fibers can, if used in a targeted manner, provide added value through additional functionality. Understanding this fundamentally is also the subject of research in the competence field.

Economic sectors	Applications (examples)
Aeronautics & Space	Secondary structures
Automotive	Structural components & secondary structures
Engineering	Polymeric bearings and complex parts
Construction Industry	Fiber reinforced concrete

Typical materials

Polymers, fibers and additives from renewable resources
Recycled fibers and polymers
Materials from their end-of-life phase

Tomorrow – Improved Utility and Recycling



TYPICAL QUESTIONS:

- *How can materials from end-of-life components be brought into new high-performance applications with consistent quality?*
- *How can sustainable materials be used and add value to composite applications?*
- *How do properties of natural fibers influence the behavior of composite materials?*

Special expertise:

- *Modern testing facilities with coupling options for several material properties*
- *High-resolution 2D and 3D structure determination of composite materials incl. analyses of damage*



Dr. Barbara Güttler | ✆ +49 631 2017 -462 | barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

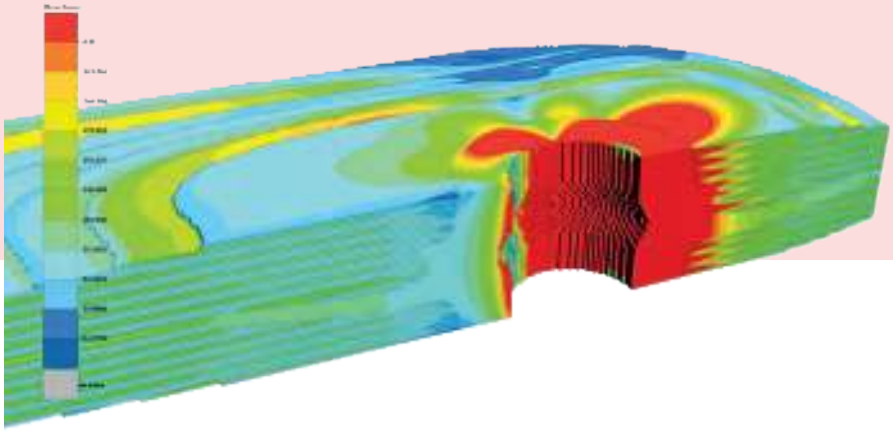
Bauweisen

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- & Raumfahrt	Rumpf- und Leitwerkstrukturen Hochauftriebskomponenten
Automobilbau	Karosserie- und Fahrwerkstrukturen
Maschinenbau	Schnell bewegte Maschinenteile
Sport & Freizeit	Fahrradrahmen
Medizintechnik	Röntgentransparente Implantate, Orthesen
Energie	Druckbehälter, Rotorwellen

Das Kompetenzfeld Bauweisen umfasst die beanspruchungs- und fertigungsgerechte Entwicklung von optimierten Leichtbaustrukturen aus Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen (FKV) sowohl für neue Anwendungen als auch für die Substitution bestehender Konstruktionen aus anderen Werkstoffen. Eingesetzt werden Finite-Elemente-Programmsysteme (z.B. ABAQUS, ANSYS), spezielle Vernetzungs- und CAD-Programme (z.B. ANSA, SolidWorks) und Optimierungstools (z.B. TOSCA, Isight) sowie eigenentwickelte Subroutinen zur Modellierung und Beschreibung von Festigkeit und Versagensmechanismen von FKV (Festigkeitskriterien, Degradation, nichtlineare Materialmodelle, Einheitszellenmodellierung).

Typische Werkstoffe

GFK
CFK
Duroplaste, Thermoplaste
Faserverstärkter Spritzguss
3D-Druck-Materialien



TYPISCHE FRAGEN:

- Können durch den Einsatz recycelter Fasern strukturelle Bauteile mit guten mechanischen Eigenschaften erzeugt werden?
- Ist durch geschickte Kombination von endlosfaserverstärkten und kurzfaserverstärkten Bereichen hohe Leichtbaugüte auch für komplexe Bauteilgeometrien erreichbar?
- Wie können Wasserstofftanks und –rohrleitungen sicher und leichtbaugerecht in FKV-Bauweise umgesetzt werden?

Spezielle Leistungsmerkmale:

- Validierung von Konstruktion und Berechnung durch experimentelle Prüfung
- FE-Einheitszellenmodell zur Steifigkeits- und Festigkeitsvorhersage 3D-verstärkter Laminate
- Berücksichtigung von nichtlinearem Werkstoffverhalten
- Kopplung zahlreicher Monitoring-Möglichkeiten (optische 3D-Verformung, Acoustic Emission, in-situ CT, etc.)
- Mehraxiale Prüfung (bis zu 6 Prüfzylinder)
- Komponentenprüfung unter definierten klimatischen Bedingungen innerhalb der Klimakammer
- Algorithmus zur Faserwinkelbestimmung aus CT-Messung
- Expertise zu Lasteinleitung in dickwandige Bauteile
- Druckbehältertool (vom Wickelprozess bis zur Auslegung)
- Topologieoptimierung



Dr.-Ing. Nicole Motsch-Eichmann | ✆+49 631 2017 -423 | nicole.motsch@ivw.uni-kl.de

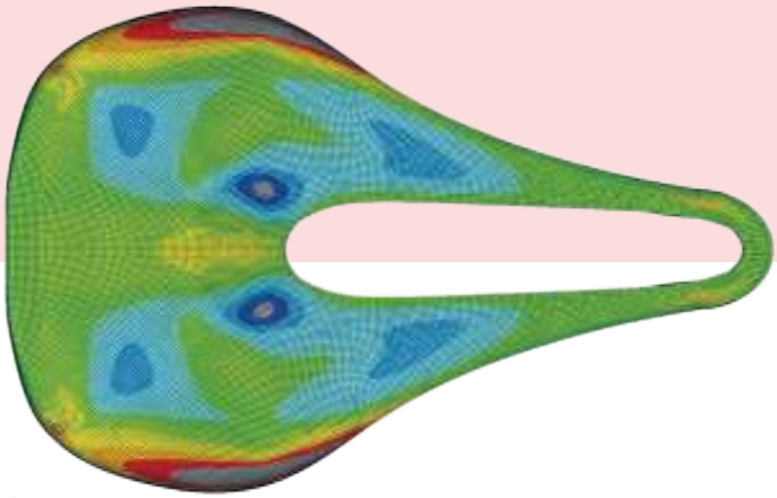
Design of Composite Structures

The competence field Design of Composite Structures covers the development of optimized lightweight structures of fiber reinforced polymer composites (FRP) for new applications as well as the substitution of existing designs made of other materials. Finite element program systems (e.g. ABAQUS, ANSYS) with specialized meshing and CAD programs (ANSA, SolidWorks), optimization tools (e.g. TOSCA, Isight), and in-house developed subroutines for modeling and description of strength and failure mechanisms of FRP (strength criteria, degradation, non-linear material models, unit cell modeling) are applied.

Economic sectors	Applications (examples)
Aeronautics & Space	Fuselage and tail structures, high lift components
Automotive	Body-in-white and undercarriage structures
Engineering	Highly accelerated machine parts
Sports & Recreation	Bicycle frames
Medical Engineering	X-ray transparent implants, orthoses
Energy	Pressure vessels, rotor shafts

Typical materials

GFRP
CFRP
Thermosets, thermoplastics
Fiber reinforced injection molding material
3D printing materials



TYPICAL QUESTIONS:

- *Can structural components with good mechanical properties be produced by using recycled fibers?*
- *Is a high level of lightweight design quality achievable even for complex component geometries by cleverly combining continuous fiber-reinforced and short fiber-reinforced areas?*
- *How can lightweight FRP hydrogen tanks and pipelines be designed for a safe operation?*

Special expertise:

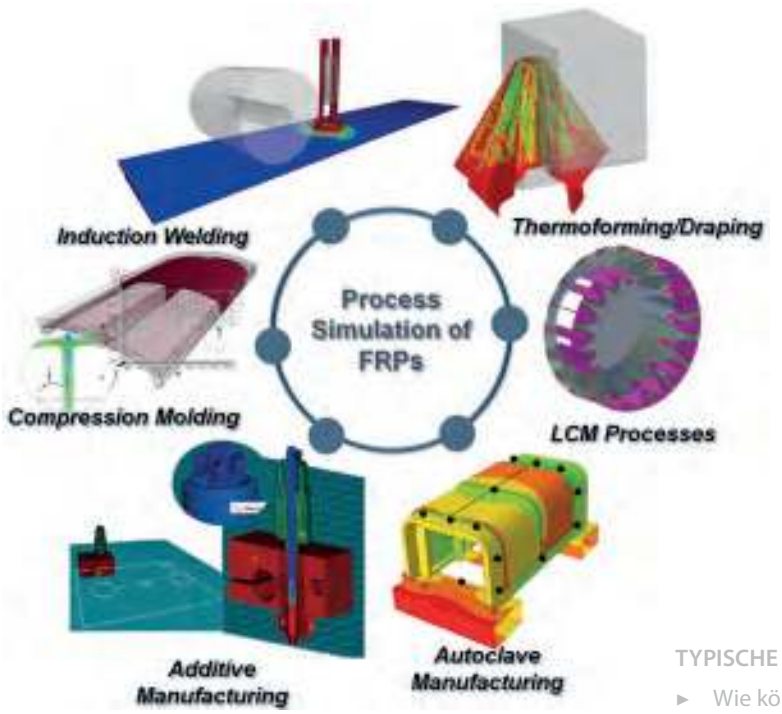
- *Validation of structural design and analysis by experimental testing*
- *FE unit cell model for prediction of stiffness and strength of 3D-reinforced laminates*
- *Consideration of non-linear material behavior*
- *Coupling of numerous monitoring options (optical 3D deformation, acoustic emission, in-situ CT, etc.)*
- *Multi-axial testing (up to 6 test cylinders)*
- *Component testing under defined climatic conditions within the climatic chamber*
- *Algorithm for fiber angle determination from CT-measurement*
- *Expertise concerning load application in thick-walled components*
- *Pressure vessel tool (from winding process up to design)*
- *Topology optimization*



Dr.-Ing. Nicole Motsch-Eichmann | ✆ +49 631 2017 -423 | nicole.motsch@ivw.uni-kl.de

Prozesssimulation

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- & Raumfahrt	Gehäuse, Stringer und Spanten
Automobilbau	Karosserieteile
Maschinenbau	Hybride Tragstrukturen
Sport & Freizeit	Fahrradsättel
Energie	Rotorblätter



Die Prozesssimulation spielt heutzutage eine immer wichtigere Rolle bei der Herstellung von Verbundwerkstoffen. Sie hilft uns, die angewendeten Prozesse für die Fertigung von Bauteilen aus diesen Werkstoffen besser zu verstehen und zu optimieren. Die Prozesssimulation am IVW konzentriert sich derzeit auf die folgenden vier Schwerpunkte: das Umformen von Organoblechen, Harzinjektionsverfahren, das Fügen thermoplastischer Verbundwerkstoffe mit Hilfe des elektromagnetischen Induktionsverfahrens und die Verarbeitung von Fließ- und Formpressmassen. Die Prozesssimulation beginnt mit der Materialcharakterisierung, einer Methodik zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens, wie z.B. des Deformations- und Fließverhaltens unter den vorliegenden Prozessbedingungen. Die wichtigsten Parameter sind in den meisten Fällen Temperatur, Dehnrate, Druck und Zeit. Die Experimente liefern die Eingangs- und Validierungsdaten für die Computersimulationen, die dann anstelle von realen Versuchen mit mathematischen Modellen und numerischen Simulationsprogrammen durchgeführt werden können. Die umfassende numerische Simulation von Bauteilen und Fertigungsprozessen wird von den Softwareentwicklern häufig auch als „virtuelle Produktentwicklung und Fertigung“ bezeichnet.

Typische Werkstoffe
CFK, GFK
Kontinuierlich und diskontinuierlich faserverstärkte Systeme

TYPISCHE FRAGEN:

- Wie können die Materialcharakterisierung und die Herstellungsprozesse von Verbundwerkstoffen digitalisiert werden, um die Anbindung an numerische Simulationen zu vereinfachen?
- Welche Simulationsmethoden können verwendet werden, um das Induktionserwärmungsverhalten von CF-UD-Laminaten auf Lagenebene zu simulieren?
- Wie können Modellordnungsreduktion und Maschinelles Lernen genutzt werden, um die Simulation von Verbundwerkstoffprozessen zu verbessern?



Spezielle Leistungsmerkmale:

- Charakterisierung und Finite-Elemente basierte Multi-Physik-Simulation von komplexen Verbundwerkstoff-Fertigungsprozessen

Dr. Miro Duhovic | ✆+49 631 2017 -363 | miro.duhovic@ivw.uni-kl.de

Process Simulation

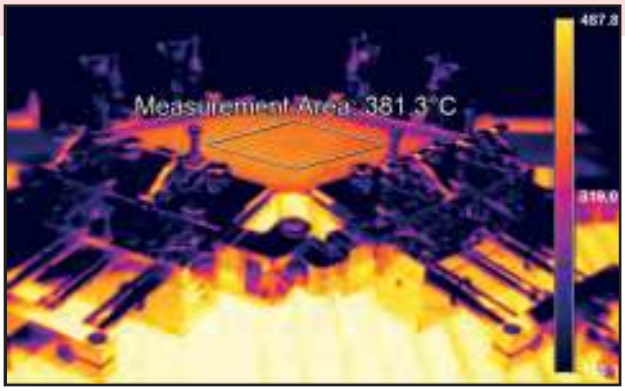
Today, process simulation plays a crucial role in composite manufacturing science. It helps us understand, refine, and optimize the processes we use to make composite parts. At IVW, process simulation is focused on four key topics: processing of thermoplastic sheet materials, liquid composite molding, welding of thermoplastic composites by induction, and the processing of bulk molding and structural molding compound materials. Process simulation begins with material characterization, a procedure of defining and measuring the material's behavior, usually deformation or flow as well as thermal behavior, experienced under the specific conditions during manufacturing. In most cases temperature, strainrate, pressure and time are the key parameters. The experiments provide the source of input and form of verification required for computer simulations which can then be performed in place of physical experiments using mathematical and engineering software, essentially allowing what engineering software providers have termed "virtual manufacturing".

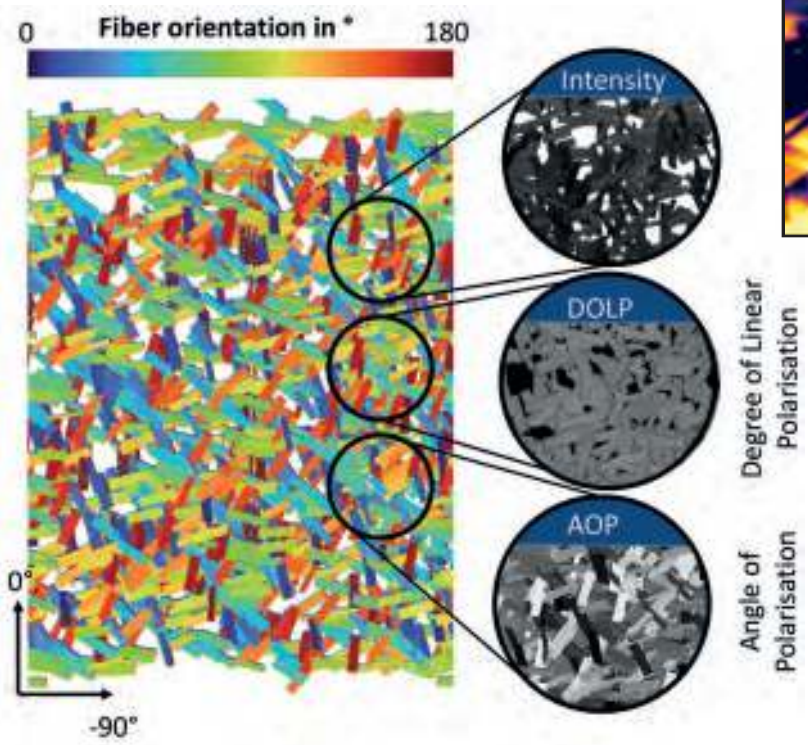
Economic sectors	Applications (examples)
Aeronautics & Space	Casings, stringers and frames
Automotive	Chassis and body panels
Engineering	Hybrid support structures
Sports & Recreation	Bicycle seats
Energy	Rotor blades

Typical materials

CFRP, GFRP

Continuous and discontinuous fiber reinforced systems





TYPICAL QUESTIONS:

- *Can material characterization and manufacturing processes be digitalized in order to streamline the connection to numerical simulations?*
- *Which simulation methods can be used to simulate the ply-level induction heating behavior of CF UD-laminates?*
- *How can Model Order Reduction and Machine Learning be used to enhance process simulation?*

Special expertise:

- *Characterization and finite elements based multi-physics simulation of highly complex composites manufacturing processes*



Dr. Miro Duhovic | ✆ +49 631 2017 -363 | miro.duhovic@ivw.uni-kl.de

KOMPETENZFELD

Mechanische Charakterisierung & Modellierung

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Automobilbau	Stoßfängerträger, Crashabsorber, Innenverkleidungsteile
Luft- & Raumfahrt	Verbindungen, Streben
Maschinenbau	Hochbeschleunigte Maschinenteile, Gehäuse

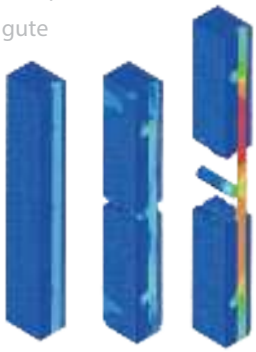
Typische Werkstoffe
CFK, GFK, AFK
Kontinuierliche und diskontinuierliche Faserverstärkung
Hybridmaterialien

Dieses Kompetenzfeld befasst sich mit der experimentellen und simulativen Analyse von Werkstoffen, Bauteilen und Verbindungen im quasi-statischen bis zum kurzzeit-dynamischen Geschwindigkeitsbereich auch unter Temperatureinfluss. Ein großer Schwerpunkt liegt dabei auf der Ermittlung des Werkstoffverhaltens, z.B. von Kennwerten, Spannungs-Dehnungskurven von Werkstoffen und dem Transfer dieses Verhaltens in validierte Materialmodelle in der FE-Simulation auf Werkstoff- und auf Bauteilebene. Dafür werden auch Prüfmethoden neu entwickelt oder optimiert. Die Steigerung der Energieabsorption und Strukturintegrität in zug- und biegebelasteten FKV Bauteilen und Verbindungen ist ein weiterer Schwerpunkt in diesem Kompetenzfeld.



TYPISCHE FRAGEN:

- Können Sie bei der Erstellung von FE-Materialkarten für Faserverbunde oder bei der Validierung von Simulationsergebnissen unterstützen?
- Können Sie Werkstoffe und Bauteile auch unter Temperaturbelastung und verschiedenen Geschwindigkeiten prüfen?
- Wie können Bauteile aus FKV auch unter Zug- und Biegebelastung effektiv Energie absorbieren und eine gute Strukturintegrität aufweisen?



Spezielle Leistungsmerkmale:

- Mechanische Charakterisierung von Werkstoffen unter Einsatz von moderner Hochleistungsmesstechnik
- Validierung von FE-Modellen für Werkstoffe
- FE-Modellierung mit ABAQUS und LS-Dyna
- Moderne Versuchsanlagen und -technik:
  - 2 Hochgeschwindigkeitsprüfmaschinen: temperaturvariante Werkstoffcharakterisierung bis zu 160 kN Prüfkraft bei Geschwindigkeiten von 0,1 mm/s bis 20 m/s und Temperaturen von –100 °C bis 250 °C
  - Crashanlage bis 22 kJ Impaktenergie für Bauteiltests an Substrukturen
  - Fallturmanlagen für Falltests bis 3 kJ Impaktenergie
  - Lokale optische Verformungsmessung (DIC) zur Kennwertbestimmung und Simulationsvalidierung
  - 3D-Ultra-Highspeed-Bilder mit einer Aufnahmefrequenz von bis zu 1 Mio. Hz/s
  - 3D-Ultra-Highresolution-Bilder bis zu 40 MPix



Dr.-Ing. Sebastian Schmeer | ✆ +49 631 2017 -322 | sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de

Mechanical Characterization & Modeling

This field of competence covers the experimental and simulative analysis of materials, structures and joints, especially influenced by strain rate and temperature. Key aspects are the evaluation of material properties (parameters, stress-strain-curves,…) and the transfer of this behavior to validated material models for FE-simulation. Within these activities, testing procedures are newly developed or optimized. The improvement of energy absorption and structural integrity in tension and bending loaded composite structures and joints is an additional focus in this competence field.

Economic sectors	Applications (examples)
Automotive	Bumper beams, crash absorber, interior parts
Aeronautics & Space	Joints, beams, struts
Engineering	Highly accelerated machine parts, housings

Typical materials

CFRP, GFRP, AFRP
Continuous and discontinuous fiber reinforcement
Hybrid materials





TYPICAL QUESTIONS:

- *Will you support us in creating FE-parameter sets for FE-simulations or with validating simulation results?*
- *Are you able to test materials and structures also under the influence of temperature and varying test velocities?*
- *How can structures made of FRP absorb energy effectively and show a good structural integrity even under tension?*

Special expertise:

- *Mechanical characterization of materials using modern high performance measurement equipment*
- *Validation of FE-models for composites*
- *FE-modeling by ABAQUS and LS-Dyna*
- *Modern testing equipment and technologies:*
  - *2 high speed tension machines: material characterization up to 160 kN testing force at velocities of 0.1 mm/s to 20 m/s and temperatures from –100°C to 250°C*
  - *Crash rig up to 22 kJ impact energy for testing of substructures*
  - *Drop tower for impact tests up to 3 kJ impact energy*
  - *Local optical deformation measurement (DIC) for evaluating of material properties and validating of simulations*
  - *3D-ultra-high-speed pictures up to 1 million Hz frames per second*
  - *3D-ultra-high-resolution pictures up to 40 MPix*



Dr.-Ing. Sebastian Schmeer | ✆ +49 631 2017 -322 | sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de

KOMPETENZFELD

Ermüdung & Lebensdaueranalyse

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Automobilbau	Fahrwerksstrukturen
Maschinenbau	Schnell bewegte Maschinenteile
Energietechnik	Windkraftblätter, Speichersysteme



Im Kompetenzfeld Ermüdung und Lebensdaueranalyse erfolgt die experimentelle Charakterisierung und Modellierung des Schwingermüdungsverhaltens faserverstärkter Kunststoffe, die Ermittlung von Eingangsgrößen für die rechnerische Lebensdaueranalyse (Zeitfestigkeit, Restfestigkeitsabfall und Steifigkeitsdegradation) und Erzeugung linearer und nichtlinearer Ansatzfunktionen sowie insbesondere für kurzfaserverstärkte Thermoplaste die Ermittlung von Schädigungsmechanismen und deren Einfluss auf die Lebensdauer. Weiterer Schwerpunkt ist der experimentelle Lebensdauernachweis unter dem Einfluss von Umweltbedingungen.

TYPISCHE FRAGEN:

- Können Mikroschädigungen ermittelt werden, die das Lebensdauerverhalten bestimmen?
- Wodurch beeinflussen Faser- und Matrixmaterial die Ermüdungseigenschaften?
- Welchen Einfluss haben Temperatur und Feuchtigkeit auf das Ermüdungsverhalten von Faser-Kunststoff-Verbunden?

Typische Werkstoffe

GFK
CFK
Kontinuierlich und diskontinuierlich faserverstärkte Kunststoffe



Spezielle Leistungsmerkmale:

- Rechnerische Lebensdaueranalyse
- Vielfältige Prüfmöglichkeiten und Messverfahren
  - Bauteilprüfstand mit 6-Kanal-Steuerung
  - zyklische Prüfung in Klimakammer und bei hohen und tiefen Temperaturen
  - Ein- und mehraxiale Werkstoffcharakterisierung
  - Hochfrequenzprüfstand
  - Optische 3D-Dehnungs- und Verformungsmessung
  - Kopplung an FE-Strukturanalyse
  - Acoustic-Emission- und Thermographie-Messtechnik



Prof. Dr.-Ing. Joachim Hausmann | ✆+49 631 2017 -301 | joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de

Fatigue & Life Time Prediction

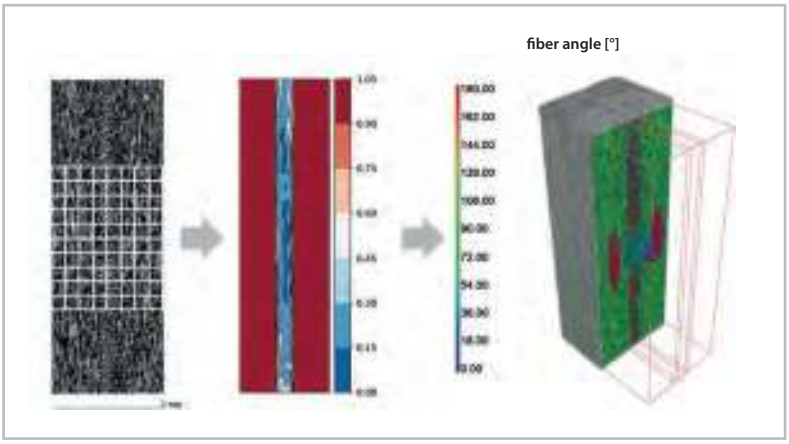
Economic sectors	Applications (examples)
Automotive	Chassis structures
Engineering	Highly accelerated machine parts
Energy	Wind turbine blades, storage systems

In the comptence field Fatigue & Life Time Prediction research is being carried out for the following subjects: experimental characterization and modeling of the fatigue behavior of fiber reinforced polymers, the identification of input parameters for the fatigue life analysis (fatigue strength, decrease of residual strength, stiffness de-gradation), and the generation of linear and non-linear models; as well as the detection of damage mechanisms of short fiber reinforced thermoplastics and their influence on life time. A further topic is the experimental fatigue life testing under environmental conditions.

Typical materials
GFRP
CFRP
Continuously and discontinuously reinforced polymer composites

TYPICAL QUESTIONS:

- *Are micro damages detectable which determine the life time behavior?*
- *How are fiber and matrix material influencing the fatigue properties?*
- *What is the effect of temperature and humidity on the fatigue behavior of fiber reinforced polymers?*





Special expertise:

- *Fatigue & Life Time Simulation*
- *Multiple test facilities and measurement methods*
  - *Component test rig with 6 channel control*
  - *Cyclic testing in climate chamber and at high and low temperatures*
  - *Uni- and multi-axial materials characterization*
  - *High frequency test rig*
  - *3D optical strain and deformation measurement*
  - *Linking to structural FEA*
  - *Acoustic emission and thermography measurement equipment*



Prof. Dr.-Ing. Joachim Hausmann | ✆+49 631 2017 -301 | joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de

Press- & Fügetechnologien

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- & Raumfahrt	Flügel-, Leitwerk-, Rumpfstrukturen, Clips und Cleats
Automobilbau	Karosseriestrukturen, Außenhaut, Spoiler und Windabweiser, Innenverkleidungen
Maschinenbau	Schnell bewegte Maschinenteile, Verkleidungsteile
Medizintechnik / Energie	Diverse



Das Kompetenzfeld befasst sich mit der werkstofflichen und prozesstechnischen Entwicklung von Organoblechen mit diskontinuierlichen oder kontinuierlichen Verstärkungsfasern (CF, rCF, GF, NF) in Verbindung mit modifizierten Thermoplasten und Vitrimeren. Zur Bauteilherstellung werden basierend auf der Stapelfasertechnologie neuartige Umformtechniken sowie Konzepte zur Prozesskettenverkürzung und der Einsatz von Vitrimeren weiterentwickelt. Ein Schwerpunkt bei der Verarbeitung von Fließpressmassen wie SMC, LFT und GMT ist der Einsatz nachwachsender Rohstoffe als Füllstoffe sowie die Entwicklung von speziellen Verfahren für die Verarbeitung von naturfaserverstärkten Verbundwerkstoffen in Verbindung mit herkömmlichen oder biobasierten Polymeren. Einen weiteren Schwerpunkt bilden Prozesskombinationen und angepasste sowie hocheffiziente Fügetechniken mit der Entwicklung spezieller Verfahren zum Schweißen von thermoplastischen FKV und Metall-FKV-Hybridverbindungen.

Typische Werkstoffe

Verstärkungsfasern GF, CF, rCF, NF, AF in textiler Form
sowie als Schnittfasern
Kombinationen von kontinuierlich und diskontinuierlich verstärkten Systemen
PP, PA, PPS, PEI, PEEK, PU, EP, UP, Biopolymere, Vitrimere, etc.

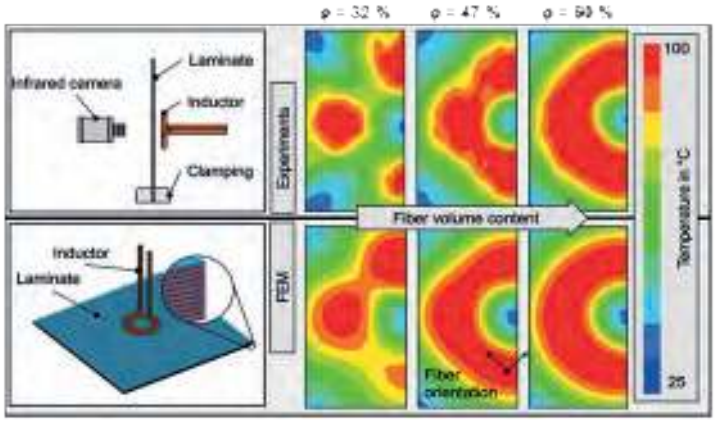
TYPISCHE FRAGEN:

- Ist es möglich die Eigenschaften von Verbundwerkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen vorherzusagen?
- Wie können Verbundwerkstoffe einen Beitrag zur Elektromobilität leisten?
- Können Vitrimere die Thermoplaste ersetzen?

Spezielle Leistungsmerkmale:

- Entwicklung von speziellen Profilgeometrien, offen und geschlossen
- Kombination Endlosfaser / diskontinuierliche Faserverstärkung
- Biocomposite
- Anlagentechnik:
  - SMC-Anlage
  - Intervall-Heißpresse
  - Umformanlage
  - 800 t parallel geregelte Presse
  - Plastifizieraggregat und Umluftofen
  - Schweißroboter (JEC-Innovationspreis)
  - Prüfstände zum Induktionsschweißen
- In-line und off-line Prozesslösungen
- Abbildung der gesamten Prozesskette

Induktives Aufheizverhalten von CFK
Inductive heating behavior of CFRPC





Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang | ✆+49 631 2017 -103 | peter.mitschang@ivw.uni-kl.de

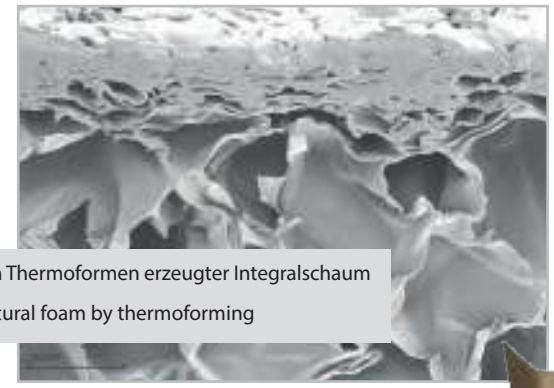
Press & Joining Technologies

This field of competence focuses on the development of new materials and processing technologies for so-called organo sheets, discontinuously and continuously reinforced (CF, rCF, GF, NF), with standard or modified thermoplastics and vitrimers. Based on staple fiber technology, innovative forming technologies as well as concepts for more efficient processes for component manufacturing and the use of vitrimers are being developed. A key area in compression molding of SMC, LFT and GMT is the use of renewable raw materials as filler materials and process development for natural fiber reinforced composites using conventional or bio-based polymers. Another focus is on combining process and customized highly efficient joining technologies to develop special procedures for the welding of thermoplastic FRPC and metal-FRPC hybrid materials.

Economic sectors	Applications (examples)
Aeronautics & Space	Spoiler, panels, fuselage structures, clips and cleats
Automotive	Body structures, body shells, spoilers and wind deflectors, interior paneling
Engineering	Highly accelerated machine parts, paneling
Medical Engineering / Energy	Various

Typical materials

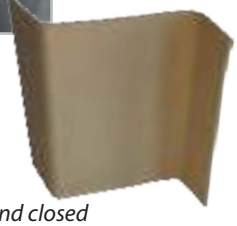
Fiber reinforcement GF, CF, rCF, NF, AF in form of textiles or cut fibers
Combinations of continuously and discontinuously reinforced systems
PP, PA, PPS, PEI, PEEK, PU, EP, UP, biopolymers, vitrimers, etc.

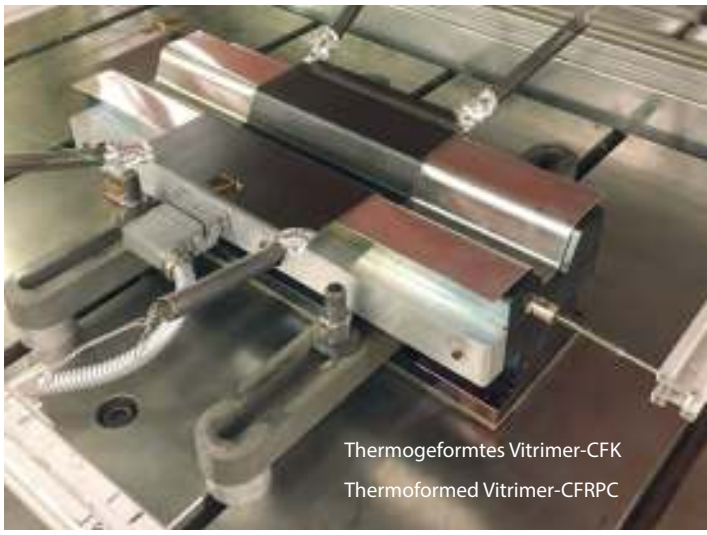


Durch Thermoformen erzeugter Integralschaum
Structural foam by thermoforming

TYPICAL QUESTIONS:

- *Is it possible to predict the properties of composites made from renewable raw materials?*
- *How can composites contribute to electro mobility?*
- *Can vitrimers replace thermoplastics?*





Thermogeformtes Vitrimer-CFK
Thermoformed Vitrimer-CFRPC

Special expertise:

- *Development of special profile shapes, open and closed*
- *Combination of continuous fiber / discontinuous fiber reinforcement*
- *Biocomposites*
- *Industrial scale equipment:*
  - *SMC production line*
  - *Continuous compression molding press*
  - *Thermoforming press*
  - *800 t parallel controlled press*
  - *Plastification unit and convection oven*
  - *Welding robot (JEC Innovation Award)*
  - *Test rigs for induction welding*
- *In-line and off-line process solutions*
- *Mapping of the entire process chain*



Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang | ✆ +49 631 2017 -103 | peter.mitschang@ivw.uni-kl.de

Roving- & Tapeverarbeitung

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- & Raumfahrt	Rumpf- und Leitwerkstrukturen, Stabstrukturen, Fensterrahmen, ISO-Grid-Strukturen
Automobilindustrie	Karosseriestrukturen, Antriebswellen, Strukturbauteile, Kraftstofftanks und Druckbehälter
Maschinenbau	Schnell bewegte Maschinenteile, Wellen, Prototypen, Motoreinhausungen, Spalttöpfe
Sport & Freizeit	Fahrradzubehör (z.B. Flaschenhalter, Ritzel oder Lenker), Schläger (z.B. für Tennis oder Hockey), Sportschuhe (3D-gedruckte individuelle Sohle)
Energie	Druckbehälter, Hochspannungsisolatoren, Kraftstofftanks, Rotor-Getriebe-Welle (Windkraft)

Forschungsziel ist die Neu- und Weiterentwicklung der Herstellverfahren Wickeln, Tapelegen und 3D-Druck mit endlosfaserverstärkten duroplastischen und thermoplastischen Matrizes sowie der hybride Spritzguss inklusive Werkzeug- und Prozesstechnologie. Forschungsschwerpunkte sind Arbeiten zu Qualitätsmanagement, Prozesssteuerung, Prozessoptimierung und Prozessautomation wie z.B. in-line Direktimprägnierung, Ringwickeltechnologie, „out-of-autoclave"-Verfahren mittels in-situ Konsolidierung oder die Erweiterung additiver Fertigungstechnologien (3D-Druck) und der Spritzgusstechnologie mit Endlosfasern in Belastungsrichtung.

TYPISCHE FRAGEN:

- Wie kann das Wickelverfahren für die Großserie ertüchtigt werden?
- Wie kann die Qualität unidirektional verstärkter thermoplastischer Halbzeuge bestimmt werden?
- In welchen Bereichen ist der hybride Spritzguss besonders wirtschaftlich einzusetzen?

Typische Werkstoffe

GFK, CFK, Rovings und Tapes, Prepregs, Epoxyharz, Polyesterharz, PP, PA, PPS, PEI, PEEK, etc.



Spezielle Leistungsmerkmale:

- Anlagentechnik im Industriemaßstab:
  - Ultraschnelles Tapelegeportal (3,5 m x 1,5 m Ablegefläche, bis zu 4 m/s Ablegegeschwindigkeit)
  - Industrieroboter mit Tapelegekopf (Innovationspreis) und externer Rotationsachse (Roboterwickeln)
  - Patentierte Lösung des Erstlagenproblems
  - 7-Achsen Wickelanlage zum konventionellen Nasswickeln und Thermoplastwickeln
  - Ringwickelkopf mit 48 Rovings für erhöhten Durchsatz (JEC-Innovationspreis)
  - Siphon-Imprägniertechnik
  - Holmlose Spritzgussmaschine mit Automatisierungszelle
- Entwicklung von Verfahren speziell für große Stückzahlen
- Spezielle Legekopfentwicklungen (TP-Tapes, TS-Tapes, Binder-Tapes, Towpregs)
- 3D-Drucker auch mit Endlosfaserverstärkung
- Mit der integrativen Prozessentwicklung werden alle relevanten Aspekte der Prozesse Wickeln, Tapelegen, Prepregtechnologie, thermoplastischer 3D-Druck mit Faserverstärkung und hybrider Spritzguss abgedeckt



Dr.-Ing. Jens Schlimbach | ✆+49 631 2017 -312 | jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de

Roving & Tape Processing

Research goal is the development of more efficient manufacturing processes by filament winding, tape laying and 3D-printing with continuous fiber-reinforced thermosetting and thermoplastic matrices as well as hybrid injection molding including process specific tooling and novel manufacturing equipment solutions. Research focuses on quality management, process control, process optimization and process automation such as in-line direct impregnation, ring winding technology, "out-of-autoclave" process by in-situ consolidation or the extension of additive manufacturing technologies (3D printing) and injection molding technology with continuous filaments in load direction.

TYPICAL QUESTIONS:

- *How can the filament winding process be upgraded for large-scale production?*
- *How can the quality of unidirectionally reinforced thermoplastic semi-finished products be determined?*
- *In which areas can hybrid injection molding be used particularly economically?*

Economic sectors	Applications (examples)
Aeronautics & Space	Fuselage and tail structures, rod structures, window frames, ISO-grid structures
Automotive	Body structures, drive shafts, structural components, fuel tanks and pressure vessels
Mechanical Engineering	Highly accelerated machine parts, shafts, prototypes, engine housings, containment shells
Sports & Recreation	Bicycle accessories (e.g. bottle cage, pinion or handlebar), rackets (e.g. for tennis or hockey), sports shoes (3D printed individual sole)
Energy	Pressure vessels, high voltage insulators, fuel tanks, rotor gear shaft (wind power)



Typical materials

GFRP, CFRP, rovings, tapes, prepregs
Epoxy resin, polyester resin, PP, PA, PPS, PEI, PEEK, etc.

Special expertise:

- *Industrial scale equipment:*
  - *Ultra high speed tape laying gantry system (3.5m x 1.5m layup area, up to 4 m/s layup speed)*
  - *Industrial robot with tape laying head (Innovation Award) and external rotation axis (robot winding)*
  - *Patented solution of the first layer problem*
  - *7-axis winding machine for conventional wet winding and thermoplastic winding*
  - *Ring winding head with 48 rovings for increased throughput (JEC Innovation Award)*
  - *Siphon impregnation technology*
  - *Tie-bar-less injection molding machine with automation cell*
- *Development of procedures specifically for large quantities*
- *Special tape-laying developments (TP tapes, TS tapes, binder tapes, towpregs)*
- *3D-printers also with endless fiber reinforcement*
- *This integrated process development covers all relevant aspects of the processes winding, tape laying, prepreg technology, thermoplastic 3D-printing with fiber reinforcement and hybrid injection molding*



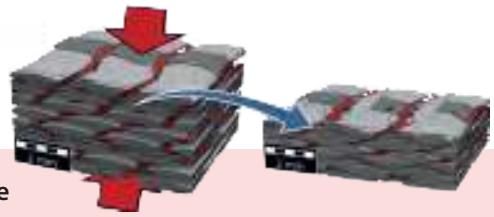
Dr.-Ing. Jens Schlimbach | ✆+49 631 2017 -312 | jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de

Imprägnier- & Preformtechnologien

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luftfahrt	Rumpf- und Leitwerkstrukturen
Automobilbau	Karosseriestrukturen, Strukturbauteile
Maschinenbau	Schnell bewegte Maschinenteile, Gehäuse
Sport & Freizeit	Sportgeräte, Fahrrad, Ski, Bootsbau
Energie	Rotorblätter für Windkraft

TYPISCHE FRAGEN:

- Welche Textildeformationen entstehen bei einer Hochdruckinjektion (> 100 bar)?
- Wie kann durch Pulverharze eine Steigerung der Prozessrobustheit erreicht werden?
- Wie können Harzströmungen durch Faserstrukturen in Simulationsmodellen realistisch abgebildet werden?



Der Fokus des Kompetenzfeldes liegt auf den Preform-LCM Prozessketten. Bei diesen werden zunächst endkonturgenaue Vorformlinge, sogenannte Preforms, aus Faserhalbzeugen wie Rovings oder Textilien hergestellt. Anschließend erfolgt die Imprägnierung in einem Flüssigimprägnierverfahren (LCM von engl. Liquid Composite Molding) mit einem niedrigviskosen, meist duroplastischen Matrixpolymer durch Über- und / oder Unterdruck. Das wissenschaftliche Fundament bildet eine Grundlagenforschung hinsichtlich der Auswirkungen struktureller Materialvariationen und variierender Prozessbedingungen auf das Verarbeitungsverhalten der Materialien bei Preforming und Imprägnierung. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf der Permeabilität von Faserstrukturen für fluide Strömungen. Experimentelle Studien auf selbstentwickelten Messsystemen werden dabei synergetisch mit selbstentwickelten Simulationsmethoden kombiniert, um ein vertieftes Prozess- und Materialverständnis zu erreichen. Auf dieser Basis erfolgt eine Neu- und Weiterentwicklung von Preform-LCM Technologien, inklusive der dabei eingesetzten Materialien, Werkzeuge und Anlagen.

Typische Werkstoffe

Duroplastische Harzsysteme und in-situ polymerisierende Thermoplaste
Glas-/kohlenstofffaserbasierte Rovings und Textilien, neu und recycelt
Duroplastische und thermoplastische Bindermaterialien





Spezielle Leistungsmerkmale:

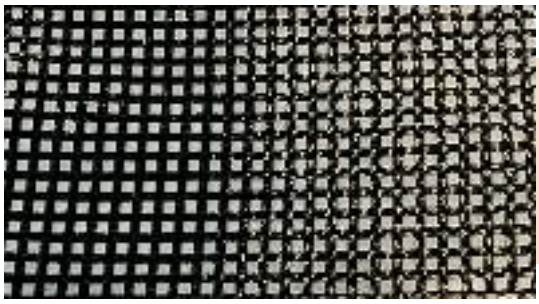
- Patentierte Messsysteme für Ebenen- und Dickenpermeabilität
- GeoDict© – Software für Materialsimulation
- Programmierbare Nähautomaten mit Echtzeit-Prozesskontrolle
- Dry Fiber Placement
- SPS-gesteuerte RTM-Injektionsanlagen
- Technologieträgerwerkzeug mit umfangreicher Sensorausstattung
- Fertigungskonzeptentwicklung



PD Dr.-Ing. habil. David May | ✆+49 631 2017 -400 | david.may@ivw.uni-kl.de

Impregnation & Preform Technologies

The focus of this competence field is on Preform-LCM process chains. In these process chains, near-net shape preforms are first produced from rovings or textiles. The preforms are then impregnated in a liquid composite molding (LCM) process using a low-viscosity, usually thermoset, matrix polymer by overpressure and / or vacuum. The scientific foundation is provided by basic research regarding the effects of structural material variations and varying process conditions on the processing behavior of the materials during preforming and impregnation. A specific focus is on the permeability for fluid flow. Experimental studies on self-developed measuring systems are synergetically combined with in-house developed simulation methods, in order to achieve a deeper understanding of processes and materials. On this basis, new and further development of Preform-LCM technologies, including the materials, tools and equipment used, is carried out.



Economic sectors	Applications (examples)
Aeronautics	Fuselage and tail structures
Automotive	Chassis structures, structural components
Engineering	Highly accelerated machine parts, cabinets
Sports & Recreation	Sports equipment, bicycle, ski, boat building
Energy	Rotor blades for wind power

TYPICAL QUESTIONS:

- *What textile deformations occur during high-pressure injection (> 100 bar)?*
- *How can powder resins be used to increase process robustness?*
- *How can resin flow through fiber structures be realistically represented in simulation models?*

Typical materials

Thermoset resin systems and in-situ polymerizing thermoplastics
Glass/carbon fiber – based rovings and textiles, new and recycled
Thermoset and thermoplastic binder materials



Special expertise:

- *Patented permeability measurement systems*
- *GeoDict® – Software for material simulation*
- *Sewing machines and sewing automats*
- *Dry Fiber Placement*
- *SPS-controlled injection systems*
- *Technology carrier tool with extensive sensor equipment*
- *Development of production concepts*



PD Dr.-Ing. habil. David May | ✆ +49 631 2017 -400 | david.may@ivw.uni-kl.de

INTERDISZIPLINÄRE FORSCHUNGSGRUPPEN

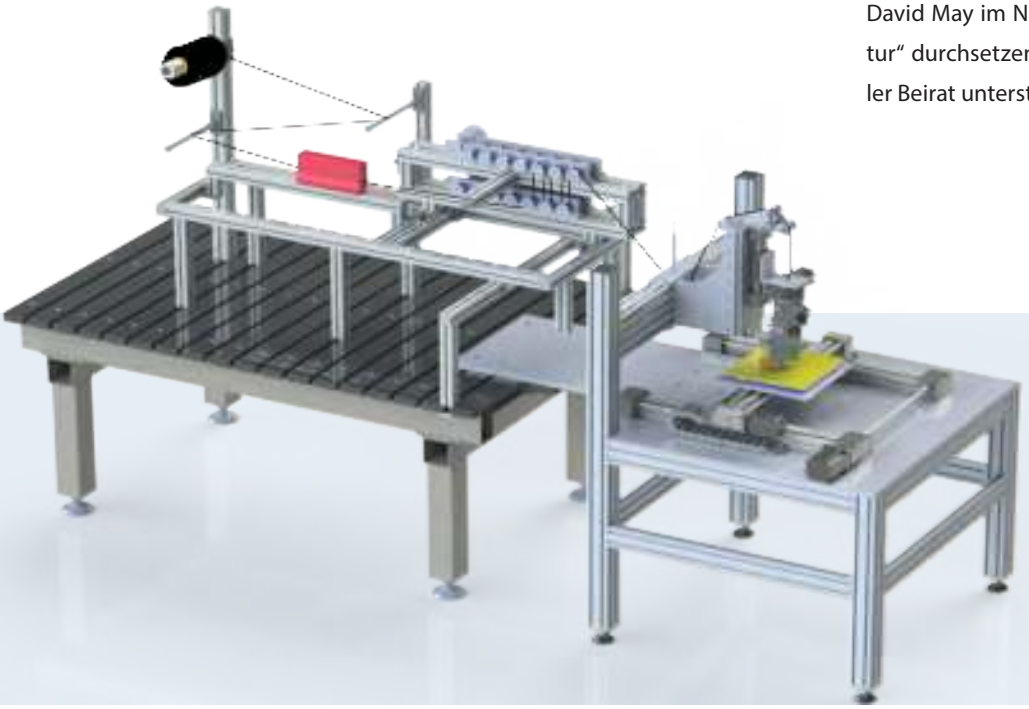
TopComposite – Topologieoptimierte und ressourceneffiziente Composites für Mobilität und Transport



David May

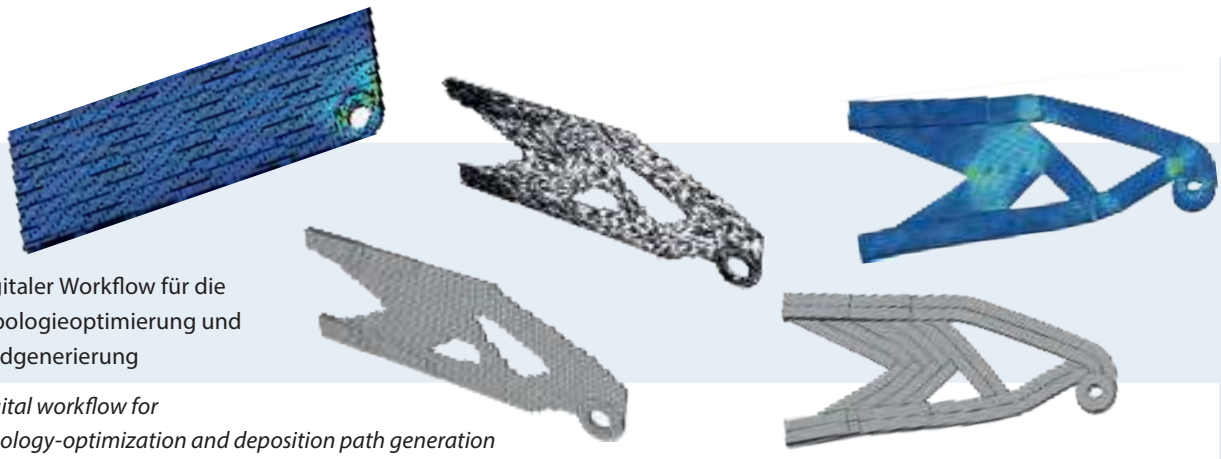
Ziel dieser Gruppe ist die Realisierung eines neuartigen additiven Herstellverfahrens für duroplastische Faser-Kunststoff-Verbunde, das Nassfaserlegen. Dieses erlaubt die kontinuierliche Förderung und Ablage von in situ imprägnierten Faserbündeln. Neben den prozesstechnischen Herausforderungen widmet sich die interdisziplinäre Gruppe auch der Frage, wie das Leichtbaupotenzial des neuen Verfahrens durch eine effiziente Designstrategie bestmöglich ausgeschöpft werden kann. Ziel ist ein durchgängiger Workflow vom Designproblem bis zu den maschinenlesbaren Ablagedaten, wobei die spezifischen Restriktionen des Verfahrens (z.B. der definierte Bündelquerschnitt) direkt in eine Topologieoptimierung integriert werden sollen. Parallel werden Harzsysteme modifiziert, um den Anforderungen des Prozesses wie auch der Anwendung im Bereich Mobilität und Transport gerecht zu werden.

Die Gruppe wird über einen Förderzeitraum von fünf Jahren durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert, nachdem sich David May im Nachwuchswettbewerb „NanoMatFutur“ durchsetzen konnte. Ein akademisch-industrieller Beirat unterstützt die Gruppe.



Laborprototyp
für das automatisierte
Nassfaserlegen

Lab prototype for the automated wet fiber placement



Digitaler Workflow für die
Topologieoptimierung und
Pfadgenerierung

Digital workflow for topology-optimization and deposition path generation

Die Nachwuchsgruppe „TopComposite – Topologieoptimierte und ressourceneffiziente Composites für Mobilität und Transport“ wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 03XP0259).

TopComposite – Topology-Optimized and Ressource-Efficient Composites for Mobility and Transport



The aim of this group is to realize a novel additive manufacturing process for thermoset-based fiber-reinforced polymers, namely the wet fiber placement. This process allows the continuous conveying and deposition of in situ impregnated fiber bundles. In addition to the process engineering challenges, the interdisciplinary group is also addressing the question of how the lightweight potential of the new process can be fully exploited through an efficient design strategy. The goal is a continuous workflow from the design problem all the way to the machine-readable deposition plan, whereby the specific restrictions of the process (e.g. the defined bundle cross-section) are to be directly integrated into a topology optimization. In parallel, resin systems will be modified to meet the requirements of the process as well as the final mobility and transportation applications.

The group is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) for a period of five years after David May prevailed in the "NanoMatFutur" competition for young scientists. An academic-industrial advisory board supports the group.

The junior research group "TopComposite – Topology-optimized and ressource-efficient composites for mobility and transport" is funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 03XP0259).

PROJEKTE

2021 wurden insgesamt 140 Projekte bearbeitet.
56 Projekte wurden von öffentlichen Drittmittelgebern wie

- der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)
- der Europäischen Union (EU)
- dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
- dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
- dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)
- der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)
- dem Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)

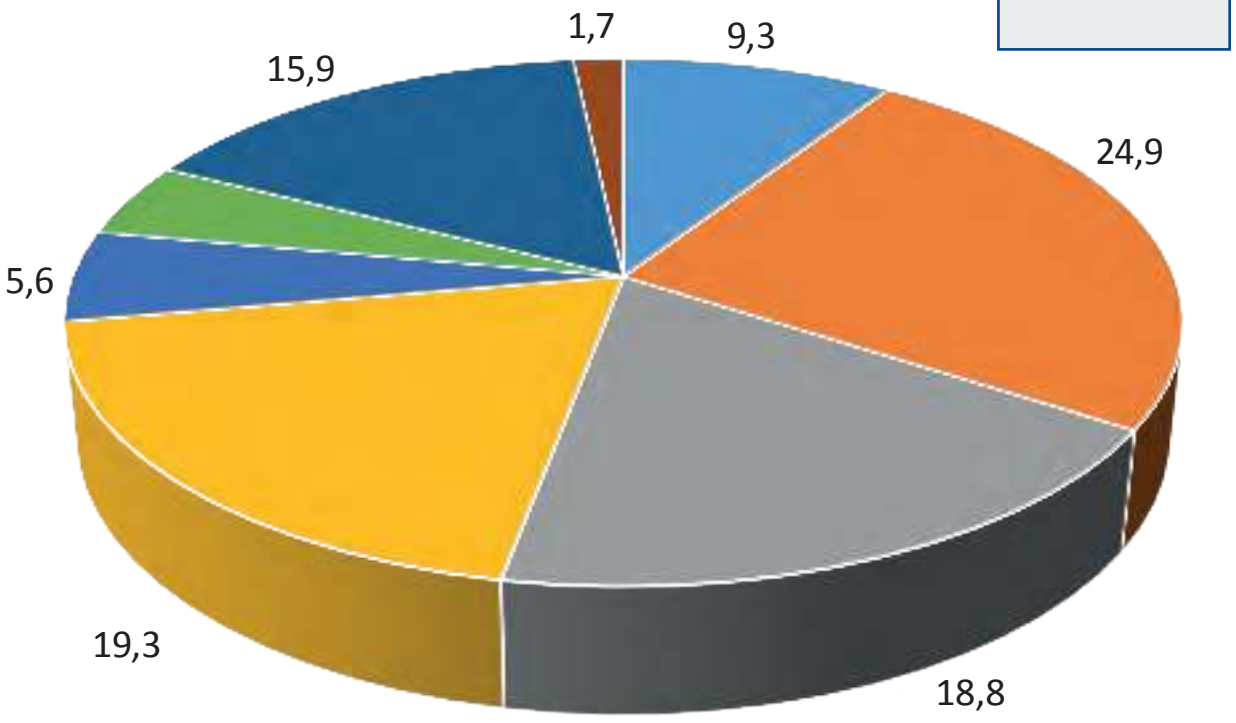
und anderen gefördert.

Bei 84 Projekten handelte es sich um bilaterale Forschungsprojekte mit industriellen Partnern, die am stärksten vom Mobilitätssektor nachgefragt wurden, gefolgt vom Bereich Energie, Klima und Umwelt.

Auf den folgenden Seiten werden ausgewählte Projekte in alphabetischer Reihenfolge dargestellt.

Erträge aus öffentlich geförderten Projekten nach Fördermittelgeber (in %)

Revenues from public funded projects by funding authority (in %)



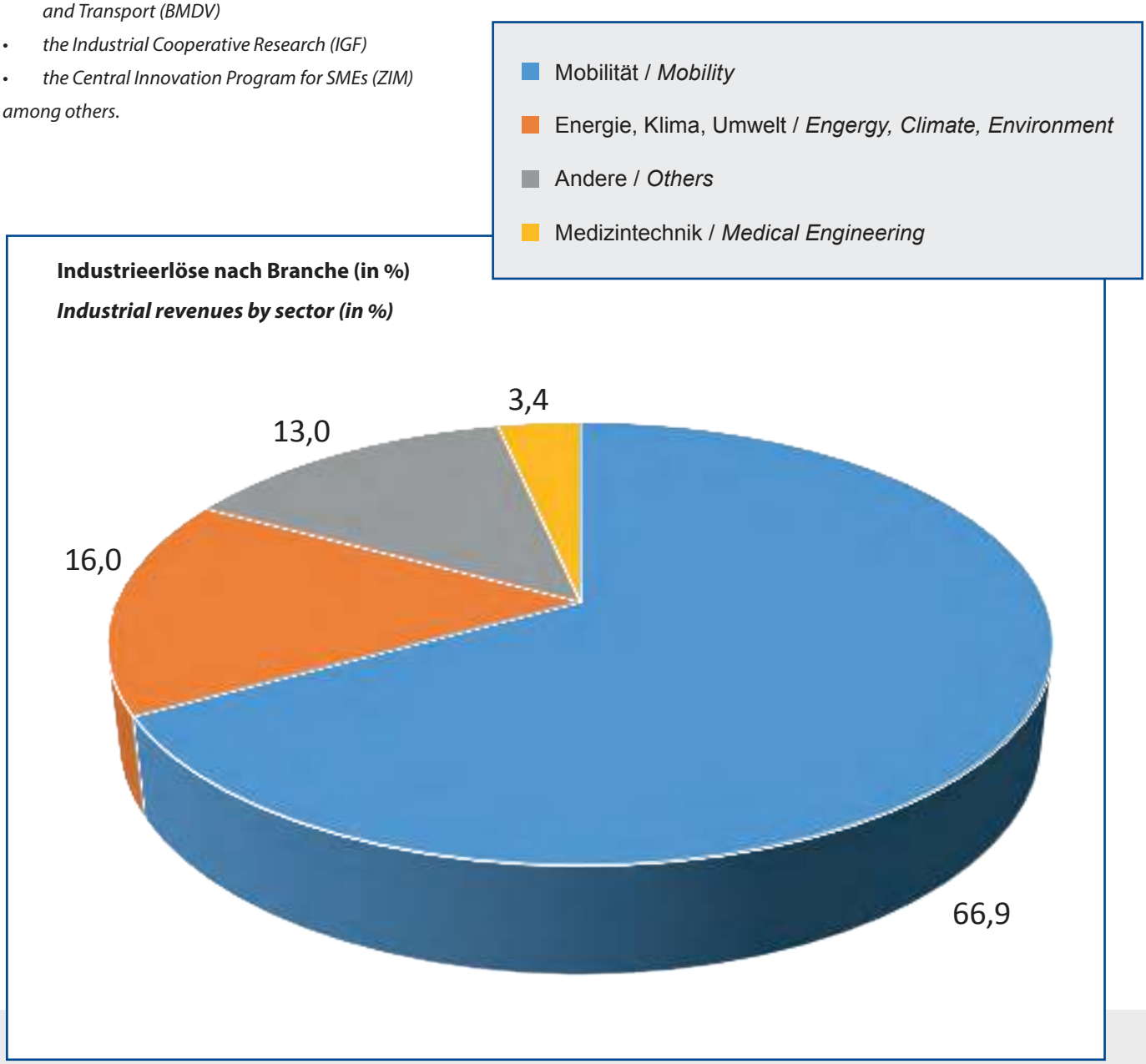
In 2021, a total of 140 projects were processed. 56 projects were funded by public third-party funding bodies such as the

- *the German Research Foundation (DFG)*
- *the European Union (EU)*
- *the Federal Ministry of Education and Research (BMBF)*
- *the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK)*
- *the Federal Ministry of Digital Affairs and Transport (BMDV)*
- *the Industrial Cooperative Research (IGF)*
- *the Central Innovation Program for SMEs (ZIM)*

among others.

84 projects were bilateral research projects with industrial partners, with the greatest demand from the mobility sector, followed by the energy, climate and environment segment.

Selected projects are presented in alphabetical order on the following pages.



torsten.heydt@ivw.uni-kl.de

AbsorpAdhesive – Dämpfungsverhalten geklebter Kunststoff-Verbindungen



Torsten Heydt

Das Projekt AbsorpAdhesive hat sich zum Ziel gesetzt, einen PKW-Anhänger aus pultrudierten FKV-Profilen herzustellen. Die Profile werden einerseits verwendet, um dem hohen Preisdruck der Branche Stand zu halten, andererseits besitzen sie ein sehr gutes Dämpfungsverhalten. Als weiteres Dämpfungselement dient die Klebung zwischen den unterschiedlichen Profilen, um somit die Strukturdämpfung des Anhängers möglichst hoch zu gestalten. Innerhalb der drei Forschungseinrichtungen wird die komplette Prozesskette von der Klebung auf Coupononebene über die einzelnen Baugruppen bis zum gesamten Anhänger untersucht. Das SKZ in Würzburg hat ausführliche Untersuchungen zu unterschiedlichen Klebstoffen durchgeführt. Hierbei wurden die diversen Eigenschaften zur Festigkeit und Dämpfung sowie die Sensibilität auf verschiedene Vorbehandlungen untersucht und bewertet. Der Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik der TU Kaiserslautern hat den PKW Anhänger konstruiert, berechnet und geprüft. Der Fokus der Arbeiten am IVW lag auf verschiedenen dynamischen Versuchen.

Hierbei wurden sowohl die Einzelprofile charakterisiert als auch unterschiedlich verklebte Strukturkomponenten auf ihr Dämpfungsverhalten hin untersucht. Höhepunkt des Projektes stellten die Herstellung, Prüfung und Auswertung des PKW Anhängers dar.

Projektpartner / *Partners:*

iMAD – Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik, Technische Universität Kaiserslautern

SKZ – Das Kunststoff-Zentrum, Würzburg

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

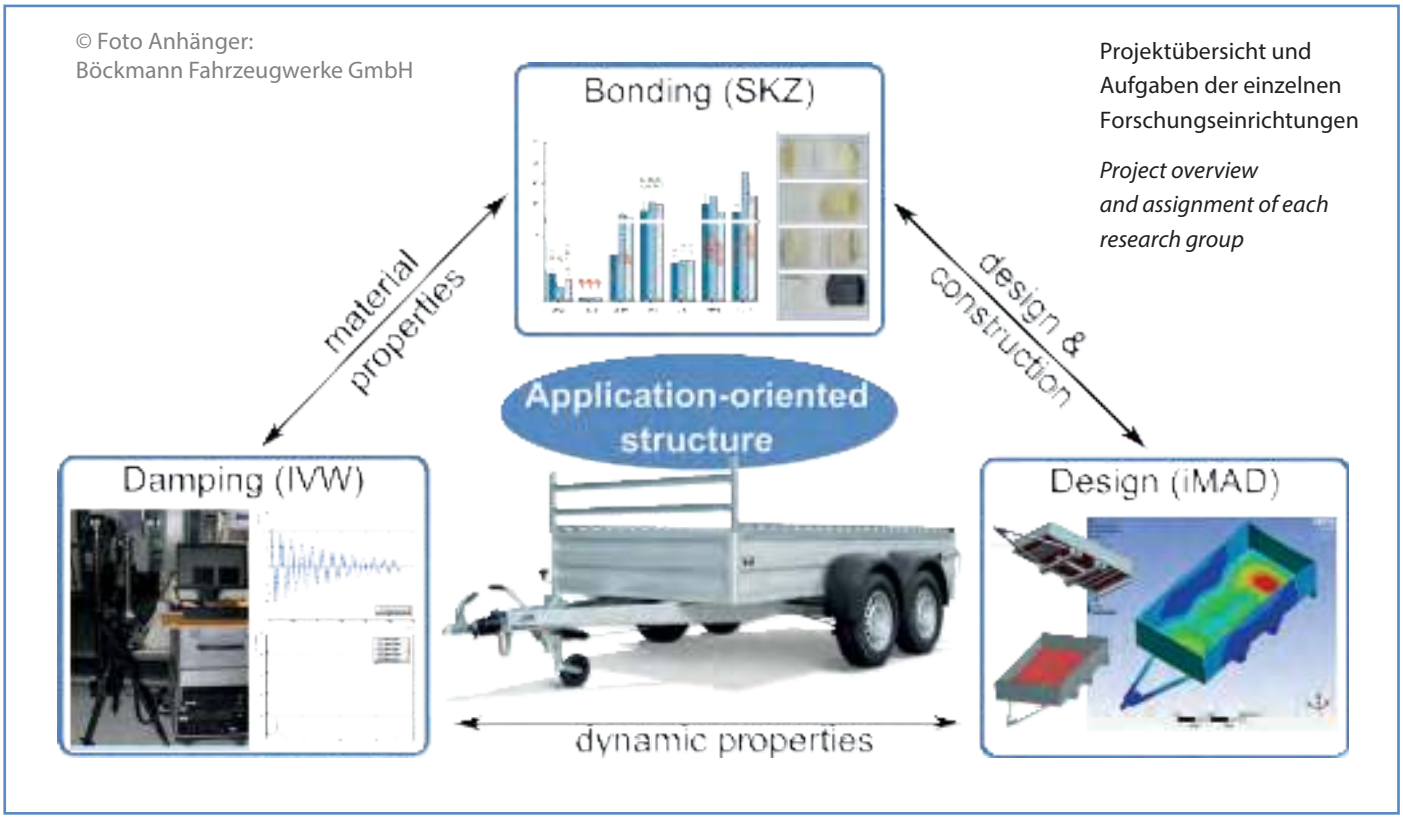


Finaler PKW-Anhänger des Projektes

Final car trailer of the project

Das Projekt „AbsorpAdhesive – Simulationsmethodik zur Charakterisierung des Dämpfungsverhaltens geklebter verstärkter Kunststoff-Verbindungen unter dynamischer Beanspruchung“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 19981 N/2).

AbsorpAdhesive – Damping Behavior of Bonded Composite Compounds



Projektübersicht und Aufgaben der einzelnen Forschungseinrichtungen

Project overview and assignment of each research group

The project AbsorpAdhesive aims at producing a car trailer made of pultruded FRP profiles. The profiles are used because of their good damping behavior and also to withstand the high price pressure of the industry. As a further damping element, the different profiles are bonded together in order to achieve a structural damping of the trailer as high as possible. Within the three research groups, the entire process chain is examined, from bonding at coupon level over the assemblies to the entire trailer. SKZ in Würzburg has carried out extensive studies on different adhesives. The different properties for strength and damping behavior as well as the sensitivity to various modifications of the bonding surface were examined and evaluated. The Institute for Mechanical and Automotive Design at TU Kaiserslautern designed, calculated and tested the car trailer.

The main focus of the work at IVW was on various dynamic tests. Both the profiles and differently bonded structural components were tested and examined for their damping behavior. Highlight of the project was the manufacturing, testing and evaluation of the car trailer.

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

The project "AbsorpAdhesive – Simulation Methodology for Characterizing the Damping Behavior of Bonded Reinforced Composite Joints under Dynamic Load" is funded by the Federal Ministry for Economics and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 19981 N/2).

AIRPOXY – Vitrimere als Komplementär zu Thermoplast und Duroplast



Stefan Weidmann

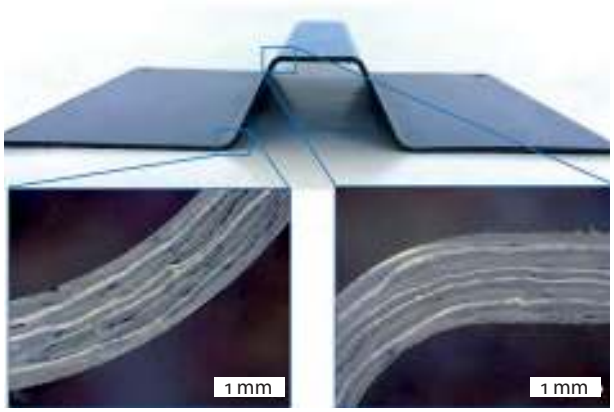


Andreas Krämer

andreas.kraemer@ivw.uni-kl.de stefan.weidmann@ivw.uni-kl.de

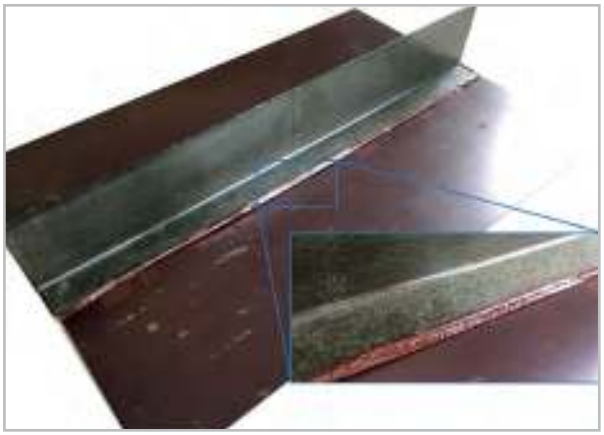
Das EU-Projekt AIRPOXY verfolgt das Ziel, Vitrimere als Matrixpolymer zu etablieren und so die Kosten von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) über den Produktlebenszyklus zu senken. In der Projektlaufzeit von 09/2018 bis 09/2022 soll durch die Entwicklung einer neuen Familie von Verbundwerkstoffen die Verarbeitung von FKV revolutioniert werden. Zum Einsatz kommt ein Vitrimer-Harzsystem auf Epoxid-Basis mit dynamischen Disulfidbrücken. Vitrimere verhalten sich unmittelbar nach dem Zusammenführen von Harz und Härter wie Duroplaste und können äquivalent dazu z. B. in RTM- oder Prepreg-Prozessen verarbeitet werden. Die Besonderheit ist, dass sich die chemischen Bindungen selbst nach einer vollständigen Vernetzung oberhalb der Glasübergangstemperatur (Tg = 170 °C) lösen und neu anordnen können. Dieser Mechanismus erlaubt z. B. die Herstellung von Bauteilen im Thermoformverfahren, welche die mechanischen Vorteile von Duroplasten aufweisen und zudem rezyklierbar sind.

Neben Halbzeugherstellung, Thermoformen und Schweißen wird auch die Reparatur von Vitrimer-FKV am IVW untersucht. Weitere Projektinhalte sind die Verarbeitbarkeit von Vitrimeren im RTM-Verfahren, Prozesssimulationen, Structural-Health-Monitoring und das adhäsive Fügen. Prozesse aus der Luftfahrt werden entsprechend weiterentwickelt, um die Skalierbarkeit der Prozesse vom Labormaßstab auf die industrielle Anwendung zu validieren.



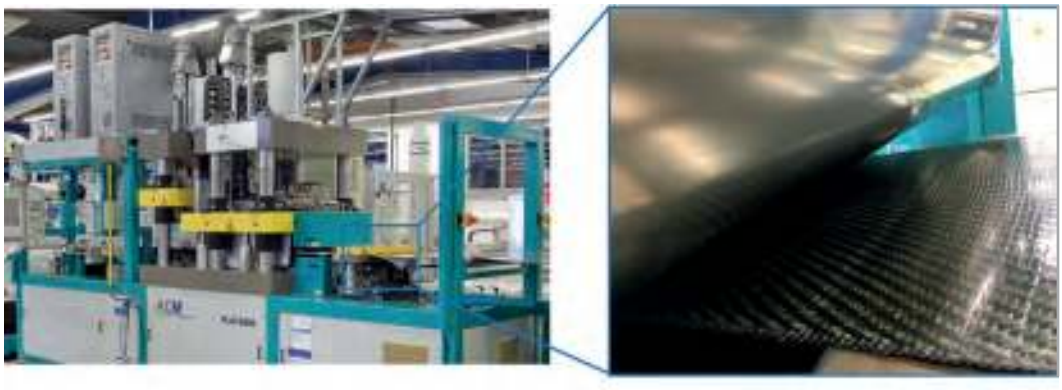
Thermogeformtes Vitrimer-CFK Laminat aus einem ebenen RTM Laminathalbzeug hergestellt

Thermoformed vitrimer CFRPC laminate using a flat RTM laminate as input material



Verschweißen einer Vitrimer-CFK T-Versteifung mit einem ebenen Laminat unter Zuhilfenahme eines Vitrimer-basierten Schweißzusatzmaterials

Joint of a vitrimer CFRPC T-stiffener to a flat laminate by means of using a vitrimer based welding filler material

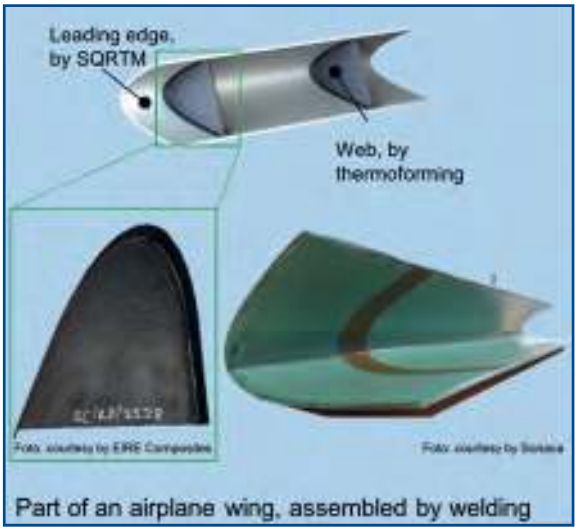


Kontinuierliche Halbzeug-Laminatherstellung aus vollvernetzten, vorimprägnierten Gewebeeinzellagen

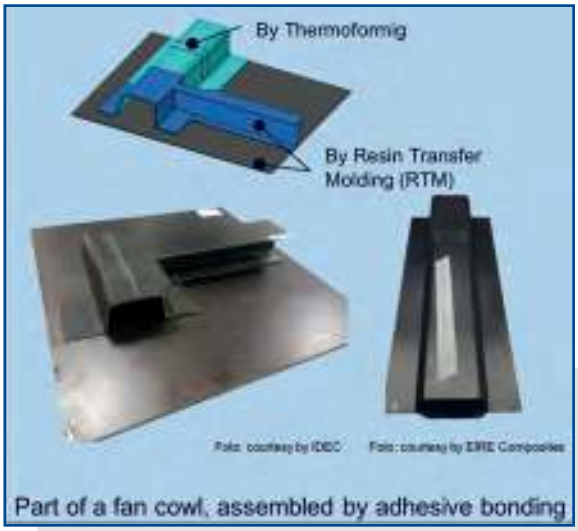
Continuous manufacturing of semi-finished laminate using fully cured, pre-impregnated fabric layers

Dieses Projekt wird durch das Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizon 2020“ der Europäischen Union finanziert (Förderkennzeichen 769274).

AIRPOXY – Vitrimers Bridging the Gap between Thermoplastics and Thermosets



Part of an airplane wing, assembled by welding



Part of a fan cowl, assembled by adhesive bonding

Airpoxy-Demonstratoren, die auf Basis von IVW-Vorarbeiten von unseren Industriepartnern gefertigt wurden

Airpoxy demonstrators manufactured by our industry partners based on IVW preliminary research

The EU project AIRPOXY aims to establish vitrimers as matrix polymers and to reduce the cost of fiber reinforced polymer composites (FRPC) across the product life cycle. During the project period from 09/2018 to 09/2022, the development of a new family of composites will revolutionize the processing of FRPC. An epoxy-based vitrimer resin with dynamic disulfide bonds is used. Vitrimers behave like thermosets right after resin and hardener are combined and can be processed accordingly, e.g. in RTM or prepreg processes. The special feature is that the chemical bonds above the glass transition temperature (Tg = 170°C) can detach and rearrange even after full curing. This mechanism allows, e.g., the rapid production of components by thermoforming, which have the mechanical advantages of thermosets and are also recyclable.

In addition to semi-finished products, thermoforming and welding, the repair of vitrimer FRPC is also being investigated at IVW. Other project topics include the processability of vitrimers in the RTM process, process simulations, structural health monitoring and adhesive bonding. Processes from aerospace will be further developed accordingly in order to validate the scalability of the processes from laboratory scale to industrial application.

AIRPOXY

www.airpoxy.eu

Projektpartner / *Partners:*

Altair Engineering France SARL

ARTTIC – a PNO international management services company

CIDETEC – (Koordinator / Coordinator)

Coexpair S.A.

Composite & Smart Materials Laboratory/University of Ioannina

ÉireComposites Teoranta

EURECAT

IDEC – Ingeniería y Desarrollos en Composite S.L.

SONACA – Société Nationale de Construction Aérospatiale S.A.

UNE – Asociación Española de Normalización

This project receives funding from the European Union's research and innovation programme "Horizon 2020" (funding reference 769274)..

sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de
florian.mischo@ivw.uni-kl.de

Arbeitskreisleitung „Endlosfaserverstärkte Thermoplaste im Automobilbereich“



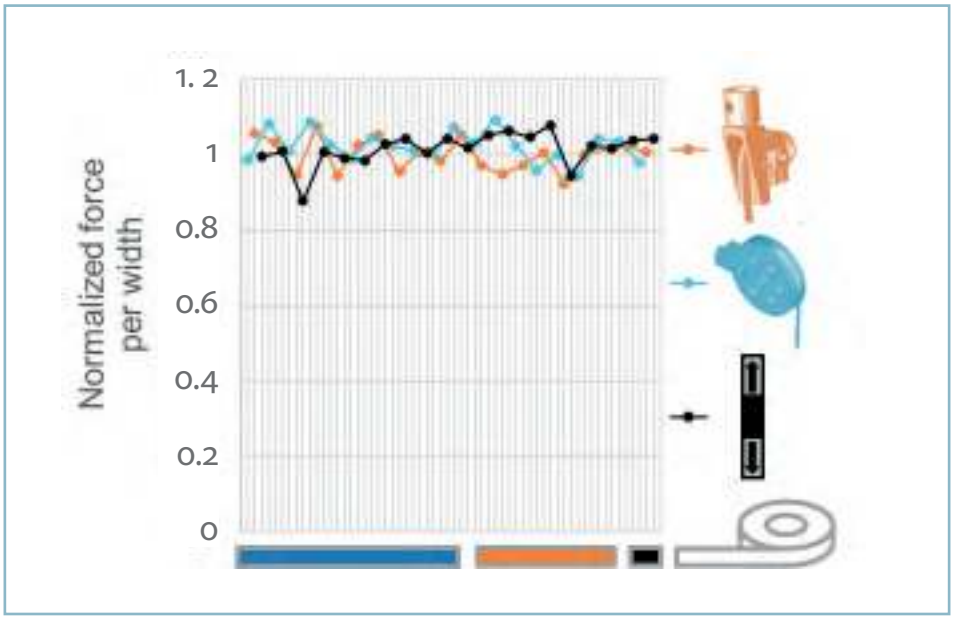
Sebastian Schmeer



Florian Mischo

Endlosfaserverstärkte Thermoplaste (cFRTP) zeichnen sich durch ein enormes Leichtbaupotential aus und sind aufgrund dieser Eigenschaften für einen Großserieneinsatz z.B. in der Automobilindustrie prädestiniert. Ein Hemmnis zur Anwendung von cFRTP stellt jedoch das häufige Fehlen vollständig vergleichbarer und effizient ermittelter Werkstoffkennwerte dar. Vor diesem Hintergrund entwickelt der AVK Arbeitskreis „endlosfaserverstärkte Thermoplaste“ unter Leitung des IVWs seit seiner Gründung im Juni 2015 eine Standardisierungsstrategie für cFRTP (Organobleche und Tapes), fokussiert auf Basiskennwerten für Datenbanken. Daraus sind bisher unter anderem ein neu entwickelter Probekörper zur Bestimmung der Zugeigenschaften sowie ein kompletter Prüfplan hervorgegangen, der den zu einer Charakterisierung notwendigen Satz an Werkstoffkennwerten, Prüfbedingungen sowie Prüfmethoden einheitlich definiert. Thermoplastische unidirektional verstärkte Ultra-High-Performance Halbzeuge (Tapes) bieten mit innovativen Verarbeitungsprozessen einen hohen Grad an konstruktiver Individualisierung. Die Kombinationsmöglichkeit mit wirtschaftlichen kurz- und langglasfaserverstärkten Thermoplasten (Spritzguss), sowie thermoplastischen endlosfaserverstärkten Halbzeugplatten (Organobleche) bietet ein weitaus höheres Potential an Funktionsintegration und Leichtbau verglichen zur Tailored Blank Technologie. Die Ermittlung von charakteristischen Kenngrößen der Tapes stand im Jahr 2021 im Fokus der Arbeitsgruppe. Insbesondere die Halbzeug-gerechte Messung der extremen Zugfestigkeit in Faserrichtung wurde durch Anwendung einer für Tapes entwickelten Schlaufenzugvorrichtung überprüft. Diese Schlaufenzugmethode für Tapes soll in den kommenden Jahren in eine neue Norm überführt werden.

In diesem Arbeitskreis sind folgende Firmen unter dem Dach der AVK zusammengeschlossen: Arkema, Covestro, DSM, Lanxess/Bond Laminates, Mitsui Chemicals, Profol, Sabic und Solvay. Von diesen Firmen wurde das IVW, basierend auf seinen Erfahrungen und Fähigkeiten, ausgewählt diesen Arbeitskreis zu leiten, die auftretenden wissenschaftlichen Fragestellungen zusammenzutragen sowie Lösungen für eine transparente und effiziente Standardisierung vorzuschlagen. Diese Lösungen werden eng mit einem OEM Komitee (BMW, Mercedes-Benz Group, Ford, Opel/Stellantis, VW) diskutiert.



Vergleich dreier Prüfmethoden; Schlaufenzugversuch (orange, diskontinuierliche Kraftkurve), Rollenzugversuch (blau) und konventioneller Zugversuch (schwarz)

Comparison of three test methods; loop tensile test (orange, discontinuous force curve), roller tensile test (blue) and conventional tensile test (black)

Ein industriefinanzierter AVK-Arbeitskreis, geleitet vom IVW, beschäftigt sich mit der effizienten, robusten und einheitlichen Charakterisierung von endlosfaserverstärkten Thermoplasten und deren Überführung in Normenwerke und Material-Datenbanken.

Management of Expert Task Force "Continuous Fiber Reinforced Thermoplastics in the Automotive Industry"



Bruchverhalten im Schlaufenzugversuch (orange, diskontinuierliche Kraftkurve) und konventioneller Zugversuch (schwarz)

Fracture behavior in the loop tensile test (orange, discontinuous force curve) and conventional tensile test (black)



Continuous fiber reinforced thermoplastics (cFRTP) are characterized by their enormous lightweight potential and are predestined for large-scale series (e.g. in the automobile industry) because of their material properties. However, the frequent lack of fully comparable and efficiently calculated material properties are an obstacle for the application of cFRTP in the industry. Against this background, the AVK expert task force "continuous fiber reinforced thermoplastics" is developing a standardization strategy for cFRTP (organo sheets and tapes) under the direction of IVW, which – since its foundation in June 2015 – is focusing on basic parameters for databases. So far, a newly developed tensile specimen geometry as well as a complete test plan are emerged from this strategy. The test plan consistently defines the minimal set of necessary material properties, test conditions and test methods. Thermoplastic continuous fiber reinforced ultra-high-performance semi-finished products (tapes) offer a high individual design potential using innovative production processing. Combining tapes with economic short and long glass fiber reinforced grades and thermoplastic continuous fiber reinforced semi-finished sheets (organo sheets) provides more possibilities of function integration and a higher lightweight potential compared to the tailored blank technology. The task force focused on the measurement of characteristic properties of tapes in 2021. In particular, the measurement of the extreme tensile strength in fiber direction, which is suitable for semi-finished products, was verified by using a ribbon test fixture developed for tapes. This ribbon test method for tapes is going to be brought into an international standard in the coming years.

This expert task force was initiated under the umbrella of AVK by the following companies: Arkema, Covestro, DSM, Evonik, Lanxess/Bond Laminates, Mitsui Chemicals, Profol, Sabic and Solvay. Based on its experience and skills, IVW was selected by these companies to lead the task force, to assemble scientific questions and to find solutions for a transparent and effective standardization. The results are closely discussed with an OEM committee (BMW, Mercedes-Benz Group, Ford, Opel/Stellantis, VW).

An expert task force managed by IVW and funded by industrial partners works on the efficient, robust and uniform characterization of continuous fiber reinforced thermoplastics and their implementation into standards and material databases.

Auslegung spritzgegossener Kunststoffzahnräder


Stefan Schmidt


Andreas Gebhard

andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de stefan.schmidt@ivw.uni-kl.de

Kunststoffzahnräder weisen gegenüber metallischen Zahnrädern diverse Vorteile wie geringeres Gewicht, Trockenlauffähigkeit oder eine Eignung zur kostengünstigeren Massenproduktion auf. Allerdings müssen die Nachteile der begrenzten mechanischen und thermischen Eigenschaften sowie der geringeren Genauigkeit durch konstruktive Maßnahmen kompensiert werden. Aktuell vorliegende Auslegungsmethoden weisen aber nur eine stark begrenzte Anwendbarkeit auf, da sie diverse kunststoffspezifische Eigenschaften (z.B. Viskoelastizität oder Schädigungsmechanismen) nicht berücksichtigen. Durch computertomographische Untersuchungen von Zahnrädern und für die Materialprüfung benötigten Zugproben zeigen sich zudem z. T. unterschiedliche Faserorientierungsverteilungen, sodass sich die Frage stellt, inwieweit die im Zugversuche ermittelten Materialkennwerte auf die Bauteilsimulation übertragbar sind. Ein Ansatz dem zu begegnen ist eine mikromechanische Simulationsreihe, um die ermittelten mechanischen Kennwerte auf die im Zahnrad vorherrschende Faserorientierung und deren Orientierungsgrad anzupassen oder den Eigenschaftsunterschied abzuschätzen und zu bewerten. Neben diesen mechanischen Eigenschaften erfordert die Multi-Physik-Simulation eine umfassende tribologische Charakterisierung im Trocken- und geschmierten Lauf.

Das Hauptziel des Projekts ist die Ausarbeitung eines Leitfades zur funktions-, material- und technologiegerechten Gestaltung von Kunststoffzahnrädern durch einen physikalisch begründeten und experimentell validierten Ansatz.

Projektpartner / *Partners:*

FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.

Lehrstuhl für Maschinenelemente, Getriebe und Tribologie (MEGT) der Technischen Universität Kaiserslautern



Neu entwickelter ölgeschmierter Zylinder-auf-Ring-Versuch zur Ermittlung von Reibung und Verschleiß von Kunststoff/Stahl-Proben

Newly developed oil-lubricated cylinder-on-ring test for determining friction and wear of polymer/metal samples

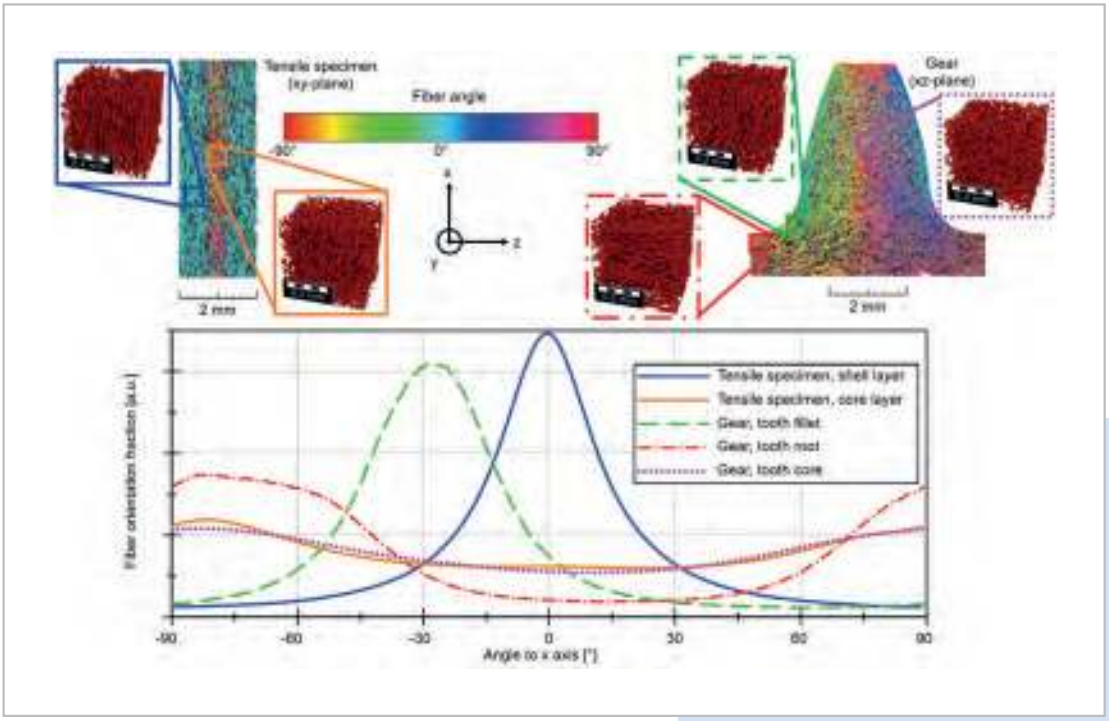
Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das Projekt „Auslegung spritzgegossener Kunststoffzahnräder“ wird wird im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20379 N).

Design of Injection Molded Plastic Gears



Oben: Computertomographisch gemessene Faserorientierungsverteilung, Einteilung verschiedener Zonen und modellhafte Nachbildung
Unten: Häufigkeitsverteilung der Faserorientierung der oben definierten Zonen

Top: Fiber orientation distribution measured by computer tomographic analysis and distinct modeled zones
Bottom: Fiber orientation probability distribution of the above defined zones

Plastic gears show several advantages compared to metallic gears such as lower weight, dry run capability or the potential for cost-effective mass production. However, disadvantages such as limited mechanical and thermal properties and less precision need to be compensated by constructive means. Present design methods, however, have a very limited applicability since several plastic specific properties such as viscoelasticity or damage mechanisms are neglected. By computer tomographic analysis of gears and tensile specimens a partly high difference in fiber orientation distribution becomes apparent. Hence, the transferability of material properties, determined from tensile specimens, to component simulation needs to be considered. One approach is the effective stiffness approximation using micromechanical simulations to adjust the material properties, determined by tensile tests, towards the fiber orientation distribution of the gear, or to estimate and assess the resulting stiffness difference. Beyond mechanical properties the multi physics simulation requires a comprehensive tribological characterization of dry and lubricated runs.

This project aims at the development of a guideline for the suitable design of plastic gearwheels, considering function, material and technology, using a physical and experimentally validated approach.

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag

The project "Design of Injection Molded Plastic Gears" is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 20379 N).

BFKcraft – Basaltfaserlamellen für die statische Gebäudesanierung

emmanuel.akpan@ivw.uni-kl.de
andreas.klingler@ivw.uni-kl.de



Emmanuel I. Akpan



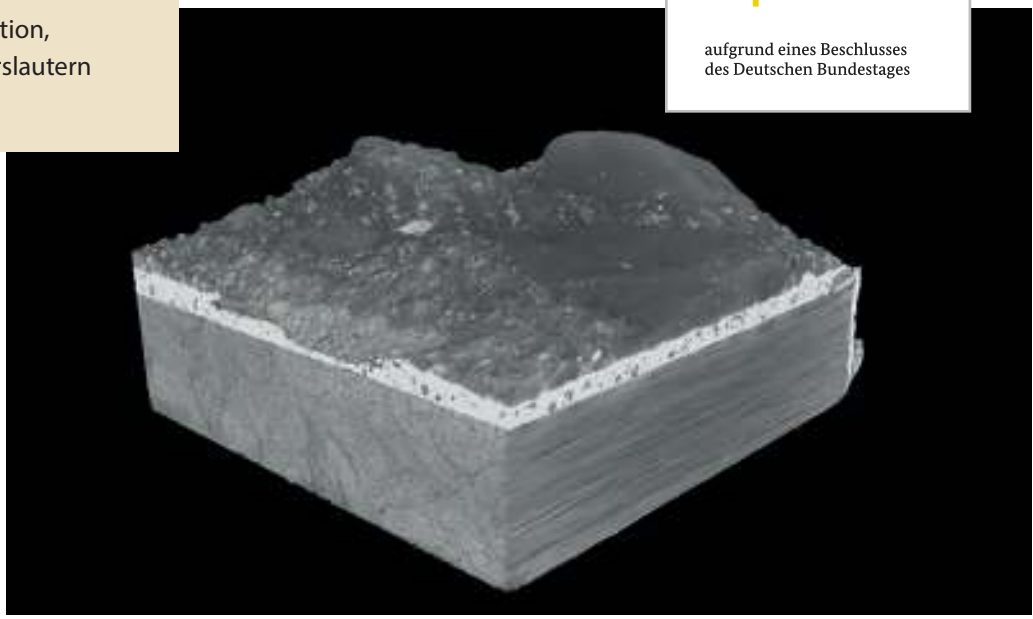
Andreas Klingler

Basalt ist das am häufigsten auf der Erde vorkommende Gestein und kann unter wesentlich geringerem Energieaufwand zu lasttragenden Fasern verarbeitet werden, als es bei Kohlenstofffasern möglich ist. Basaltfasern stellen eine wirtschaftliche und vor allem ökologische Alternative zum Einsatz von Kohlenstofffasern dar, deren Einsatz die Entwicklung von nachhaltigen und kosteneffizienten Hochleistungsmaterialien erlaubt, die am Ende ihrer Lebenszeit auch einfacher als carbonfaserverstärkte Polymere (CFK) recycelt werden können. Dieses Projekt adressiert den Einsatz von Basaltfasern in polymeren Verbundwerkstoffen (BFK) im Bereich der Gebäudesanierung. Dabei werden BFK-Lamellen beispielsweise an Etagendecken befestigt um dort für eine nachträgliche Verstärkung zu sorgen und so die Lastaufnahme zu erhöhen. Primär zielt das Projekt auf eine Substitution von Kohlenstofffasern durch die nachhaltigeren Basaltfasern in den Lamellen ab; diese bestehen derzeit zu ca. 70 Vol.-% aus Kohlenstofffasern. Im Mittelpunkt der Forschungsarbeit steht eine Materialentwicklung auf Makro- und Mikroebene; neuartige nanostrukturierte Harzsysteme werden formuliert, um das Anforderungsprofil der Lamellen zu erfüllen. Dies geschieht durch systematische Variation und Anpassung der Werkstoffzusammensetzung, die die mechanischen, thermischen und verarbeitungsrelevanten Eigenschaften beeinflusst. Besonders im Fokus stehen eine hohe Chemikalienbeständigkeit und Dauerhaftigkeit der resultierenden Verbundwerkstoffe. Dazu werden Schlichtesysteme (Sizing) entwickelt, um die Haftung zwischen Basaltfaser und duroplastischer Matrix zu verbessern.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung von energie- und ökoeffizienten basaltfaserverstärkten Lamellen zur statischen Gebäudesanierung.

Projektpartner / *Partners:*
CG TEC GmbH
DBF – Deutsche Basalt Faser GmbH
H&W Hoffmann & Weber Unternehmensberatung
S&P Clever Reinforcement GmbH
Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion,
Prof. Pahn, Technische Universität Kaiserslautern

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Computertomographische Aufnahme einer Basaltfaserlamelle mit Klebeschicht (weiß) und Betonresten nach Versagen

X-ray image of a basalt fiber reinforced lamella after failure, showing residues of concrete

Das Projekt „BFKcraft – Entwicklung einer basaltfaserverstärkten Verbundstruktur als Betonpflaster zur statischen Gebäudesanierung“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 03ET1653D).

BFKcraft – Basalt Fiber Lamellae for Static Building Renovation

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag



Schadensbild eines mit Basaltfaser-Polymerlamellen verstärkten Betonbalkens nach quasi-statischer Belastung

Damage pattern of a concrete beam reinforced with basalt fiber reinforced polymer lamella after quasi-static loading

© Prof. Pahn, TU Kaiserslautern

Basalt is the most common rock found on earth and can be processed into load-bearing fibers that are much more energy-efficient than carbon fibers. Thereby, basalt fiber lamellas are an economical and ecological alternative to carbon fibers in polymer composites, and enable the development of sustainable and cost-efficient high-performance materials that can be recycled more easily than carbon fiber reinforced polymers at the end of their lifetime. This project aims for the implementation of basalt fibers into polymer based composites (BFRP) to be used as components within building refurbishments. BFRP-based lamellas can e.g. be attached to floor ceilings to increase their load bearing capacity. Within this project carbon fiber-based lamellas, which contain about 70 vol.-% carbon fibers, are meant to be substituted by more ecological basalt fiber lamellas. This research project focuses on the material development at macro and micro level. Newly nanostructured resin systems are developed to satisfy the requirements set by the application of the lamellas. This is achieved by systematically varying and adapting material compositions which influence the mechanical and thermal properties of the lamellas as well as the processing conditions. Especially important is the resistance to environmental influences, i.e. the chemical resistance and durability of such composites. Additionally, to improve the interaction between fiber and thermosetting matrix, new sizing systems are developed.

The project aims for the development of energy-efficient and ecological basalt fiber reinforced lamellas for building refurbishments.

The project "BFKcraft – Development of a Basalt Fiber Reinforced Composite Structure as Concrete Paving for Static Building Renovation" is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 03ET1653D).

liudmyla.gryshchuk@ivw.uni-kl.de

BIOMAT – Ein offenes Innovationstestfeld für nanoaktivierte biobasierte PUR-Schäume und -Verbundstoffe



Liudmyla Gryshchuk

Polyurethan (PUR)-Schäume für Konstruktion, Automobil sowie Möbel und Bettwaren basieren auf Erdöl und haben normalerweise eine hohe Umweltbelastung. Der Bedarf an Nachhaltigkeit in diesen Branchen führt zur Entwicklung kosteneffizienter Prozesse und Mehrwertprodukte aus Materialien mit niedrigem CO_2-Fußabdruck. Das Hauptziel von BIOMAT ist die Einrichtung eines Open Innovation Test Bed (TB) zum Nutzen von Industrien und KMU mit dem Ziel, die grenzüberschreitende Partnerschaft zu erleichtern und die Innovation bei nanofähigen biobasierten Materialien für diese Industrien zu beschleunigen. Durch die Schaffung eines Single-Entry Point (SEP) erhalten KMU und andere Industrieparteien zu einem wettbewerbsfähigen Preis freien Zugang zu physischen Einrichtungen (Pilotproduktionslinien) und Dienstleistungen (Charakterisierung, Nanosicherheit, Standardisierung/Regulierung, Geschäfts-/Marketingpläne sowie technologisches und betriebswirtschaftliches Mentoring), das sich auf die Herstellung und Erprobung von Nanopartikel-aktivierten PUR-Funktionsschäumen für die oben genannten Industriezweige konzentriert. Das SEP wird alle EU-Richtlinien in Bezug auf die Einrichtung neuer Einrichtungen befolgen, die Dienstleistungen über verschiedene Testbeds in ganz Europa anbieten. Das BIOMAT-Ökosystem wird die gesamte Wertschöpfungskette (VC) von grundlegenden Biomaterialien und funktionellen Nanopartikeln bis hin zu den Endprodukten und ihrem Machbarkeitsnachweis in einem industriellen Umfeld abdecken und so die Markteinführung der neuen nanofähigen nachhaltigen biobasierten Produkte beschleunigen. BIOMAT wird daher die bestehenden Lücken im VC dieser Industriesektoren schließen, indem es neue Dienstleistungen bereitstellt und auf verschiedenen Ebenen die Verwendung solcher Materialien in diesen Schlüsselindustrien unterstützt.

Eines der Hauptziele des BIOMAT-Projekts ist die Übertragung der Verarbeitungsbedingungen zur Herstellung von (nano-)gefüllten Polyol- und Harzformulierungen von der Pilot- auf die industrielle Ebene. Realisiert wird dies durch eine umfassende Betrachtung und Anpassung von Prozessparametern, d.h. Mischgeschwindigkeit, Rührertyp, Wärmeübertragung, Scherung, Veränderung der Eigendynamik etc.

Projektpartner / *Partners:*

1. ACCIONA CONSTRUCCION SA, Spain
2. AEP POLYMERS SRL, Italy
3. Asociacion Espanola de Normalizacion, Spain
4. Bar Ilan University, Israel
5. Centro Ricerche Fiat SCPA, Italy
6. CENTITVC - Centro de Nanotecnologia e Materiais Tecnicos Funcionais e Inteligentes Associacao, Portugal
7. CITEVE CERTIFICAÇÃO Unipessoal Lda., Portugal
8. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Italy
9. Coventive Composites & Composites Evolution, United Kingdom
10. european sky, Portugal
11. Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research, Germany
12. Fundacion Instituto Tecnologico De Galicia, Spain
13. GlobalWise Ltd. Italy
14. Hochschule Kaiserslautern (HSK), Germany
15. INDATECH SAS, France
16. Kessler ProData GmbH, Germany
17. Melodea. Ltd., Israel
18. OSM-DAN LTD, Israel
19. PLASFI SA, Spain
20. Project HUB 360, Italy
21. Public Domain Unipessoal Lda., Portugal
22. RITOLS SIA, Latvia
23. Universidad de Castilla - La Mancha, Spain
24. Universitat Politecnica de Catalunya, Spain
25. University of Milano - Bicocca, Italy

Dieses Projekt „BIOMAT“ wird durch das Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizont 2020“ der Europäischen Union unter dem Förderkennzeichen Nr. 953270 finanziert.

BIOMAT – An Open Innovation Test Bed for Nano-Enabled Bio-Based PUR Foams and Composites



Schematische Darstellung der Produktionspilotlinie für die (nano-)gefüllten Polyol-/Harzformulierungen und Prozess-/Qualitätskontrolle

Schematic presentation of production pilot line for the (nano)filled polyol/resin formulations and process/quality control

Polyurethane (PUR) foams used in construction, automotive, furniture and bedding are petroleum based and typically have a high environmental impact. The need for sustainability in these industries leads to the development of cost-efficient processes and added-value products from low carbon footprint materials. The main objective of BIOMAT is to establish an Open Innovation Test Bed (TB) for the benefit of industries and SMEs, aiming to facilitate the cross-border partnership and accelerate innovation in nano-enabled bio-based insulation materials for these industries. Through the creation of a Single-Entry Point (SEP), SMEs and other industrial parties will have open access at a competitive price to physical facilities (pilot production lines) and services (characterization, nanosafety, standardization/regulation, business/marketing plans as well as technological and businessoriented mentoring) which will be focused on manufacturing and testing of nanoparticle-enabled functional PUR-based foams for the above mentioned industrial sectors. The SEP will follow all EC guidelines related to the establishment of new entities providing services through different testbeds across Europe.

BIOMAT ecosystem will cover the entire Value Chain (VC) from fundamental biomaterials and functional nanoparticles to the final products and their proof of concept in an industrial environment, thus accelerating the market uptake of the new nano-enabled sustainable bio-based products. BIOMAT will, therefore, fill the existing gaps in the VC of these industrial sectors, by providing new services and support at different levels the use of such materials in these key industries.

One of the main goals of the BIOMAT project is to transfer the processing conditions for the production of (nano-)filled polyol and resin formulations from the pilot to the industrial scale. This will be realize by comprehensively considering and adjusting process parameters, i.e. mixing speed, stirrer type, heat transfer, shear, change in inherent dynamics, etc.

This project "BIOMAT" has received funding from the European Union's research and innovation program "Horizon 2020" under grant agreement no. 953270.

julian.weber@ivw.uni-kl.de

CarboSteer – Effektive Wiederverwertung von Kohlenstofffasern



Julian Weber

Im Forschungsprojekt „CarboSteer“ wird in Kooperation mit dem Sondermaschinenhersteller Automation Steeg und Hoffmeyer GmbH ein Prozess zur effektiven Wiederverwertung von Kohlenstofffasern entwickelt. Das Ziel ist die Vermeidung des Downcyclings durch typgerechte Verarbeitung und gezielte Anwendung der Langfasern. Das Ausgangsmaterial ist ein Stapelfaserband, das zu bestimmten Anteilen aus Kohlenstofffasern und Kunststofffasern besteht.In einem ersten Schritt wird dieses Band durch Wärmeeinbringung im vollautomatisierten Kalandrierprozess am IVW zu Tapes verarbeitet. Durch gezielte Verstreckung der Faserbänder werden die Einzelfasern im dabei entstehenden Halbzeug gerichtet. Im Tapelegeprozess werden diese zu einer Tape-Preform weiterverarbeitet. Durch die Lastpfadabbildung mit den gerichteten Stapelfasern werden die mechanischen Eigenschaften der späteren Bauteile gegenüber der quasi-isotropen Faserorientierung drastisch gesteigert, wodurch letztendlich Material eingespart werden kann. Der Materialeinsatz erfolgt gemäß dem Kredo „so wenig wie möglich, so viel wie nötig“. Im Gegensatz zu Endlosfasern erlauben Stapelfasern ein quasi-plastisches Verformungsverhalten, was die neutrale Faser verschieben lässt. Eigenspannungen in der Tape-Preform können so bei komplexen Legepfaden reduziert werden. Im letzten Verarbeitungsschritt werden die Tape-Preforms im Thermoformverfahren in die finale Geometrie überführt. Der raschen Abkühlung geschuldet entstehen Taktzeiten von wenigen Minuten, weshalb diese Prozessroute nicht nur für Kleinstserien geeignet ist.

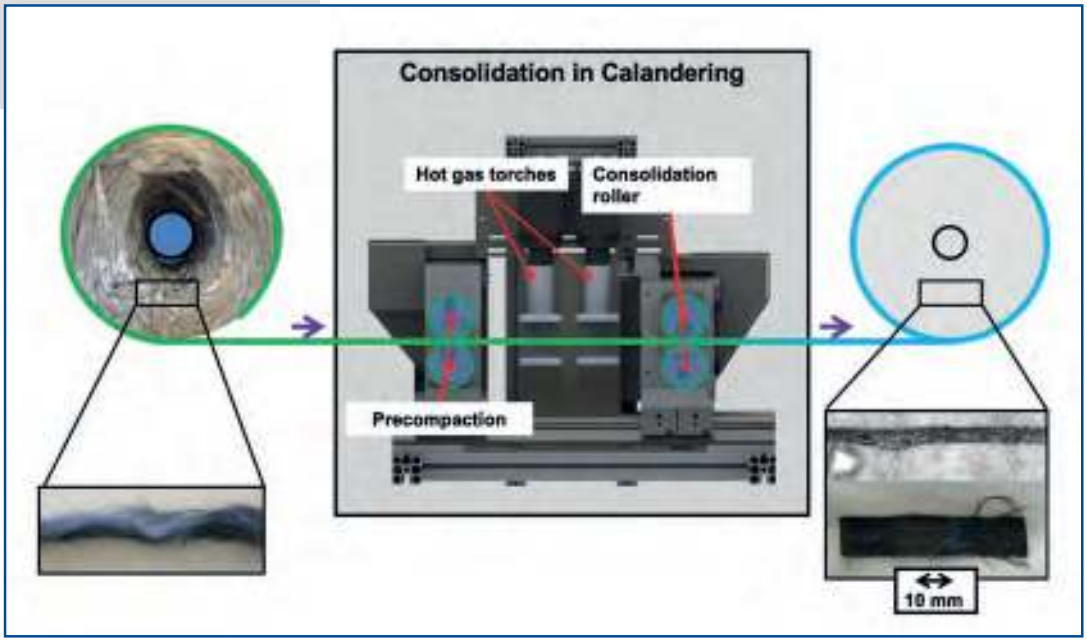
Das Ziel des Forschungsprojekts ist die effektive Wiederverwertung von Kohlenstofffasern im Prozessverbund Tapelegen-Thermoformen. Zur Umsetzung des Vorhabens wird ein Endeffektor zur automatisierten Ablage von Stapelfasertapes entwickelt.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektpartner / *Partner:*
Automation Steeg und Hoffmeyer GmbH



Prozessschema zur Konsolidierung von Stapelfaserbändern

Process schematic to consolidate staple fiber yarns

Das Projekt „CarboSteer – Entwicklung eines Ablegekopfes für Stapelfaserhalbzeuge mit thermoplastischer Matrix; Entwicklung von rCF-Stapelfasertapes zur Weiterverarbeitung im Tapelegeprozess“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052334).

CarboSteer – Effective Recycling of Carbon Fibers



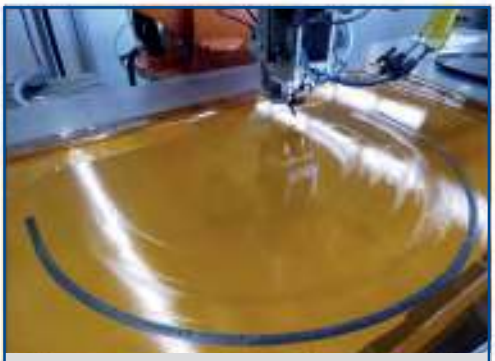
Starting material:
CF/PA6 silver



Heating station



Consolidation roller and tape pull-of



Tape placement in automated tape laying
with curved paths



Upwinding station for consolidated tapes

In the research project "CarboSteer", IVW and the special machinery manufacturer Automation Steeg und Hoffmeyer GmbH jointly develop a process for the effective recycling of carbon fibers. The aim is to avoid downcycling by type-appropriate processing and targeted application of long fibers. The starting material is a staple fiber sliver that consists of carbon fibers and polymer fibers in certain proportions. In a first step, this sliver is processed into tapes by applying heat in the fully automated calendaring process at IVW. The process also specifically straightens the individual fibers in the resulting semi-finished product. The further processing of these tapes into tape-preforms takes place in the tape-laying process. Due to the load path mapping with the straightened staple fibers, the mechanical properties of the component parts increase drastically compared to quasi-isotropic fiber orientation - which ultimately saves material. The material use follows the credo "as little as possible, as much as necessary". In contrast to continuous fibers, staple fibers allow quasi-plastic deformation behavior, which allows the neutral fiber to shift its position. Residual stresses in the tape-preform can thus be reduced in complex laying paths. The last process step is the thermoforming of the tape-preforms into the final geometry. The rapid cooling cycle times of only a few minutes makes this process route suitable not only for small series.

The aim of the research project is the effective recycling of carbon fibers in the tape-laying/thermoforming process. Therefore, an end effector is being developed for the automated depositing of staple fiber tapes.

ZIM
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Supported by:
Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action
on the basis of a decision by the German Bundestag

The project "CarboSteer – Development of a Laying Head for Staple Fiber Semi-Finished Products with Thermoplastic Matrix; Development of rCF Staple Fiber Tapes for Further Processing in the Tape Laying Process " is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052334).

florian.mischo@ivw.uni-kl.de

Chara-TPC – Charakterisierungsmethoden für thermoplastische Composites



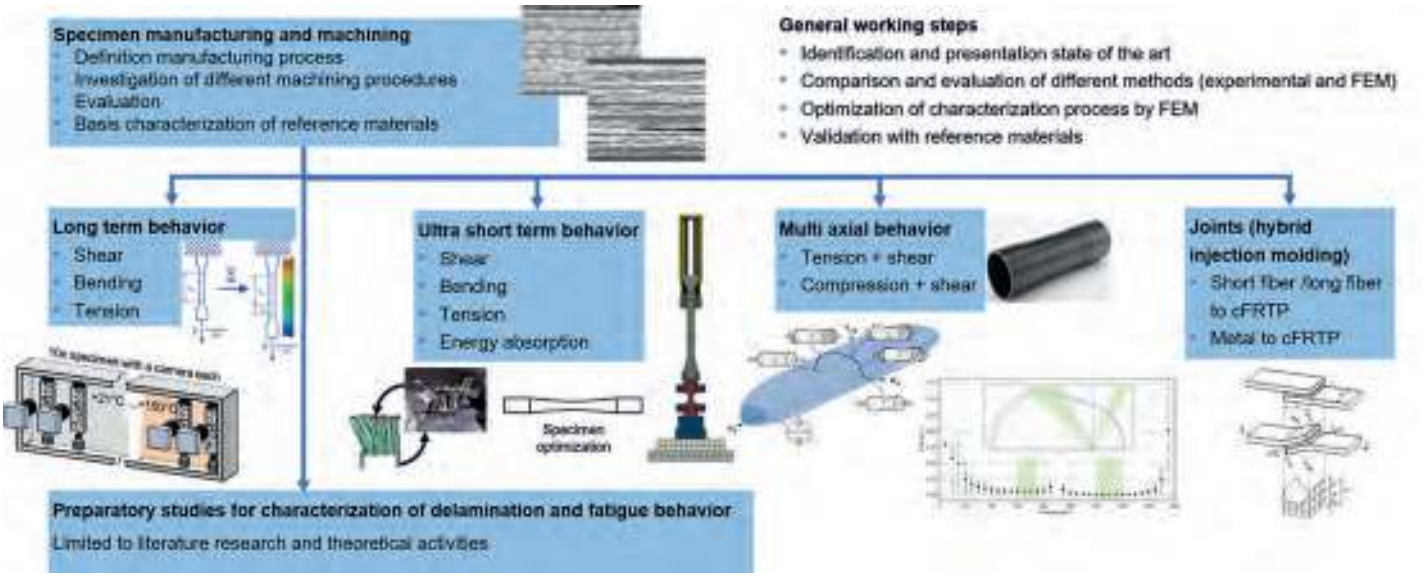
Florian Mischo

Im Bereich der Verbundwerkstoffe nehmen endlosfaserverstärkte thermoplastische Composites (cFRTP) eine besondere Rolle ein. Sie zeichnen sich neben kurzen Verarbeitungszykluszeiten auch durch ihre hervorragenden mechanischen Eigenschaften aus. Daher eignen sie sich besonders zum Einsatz in strukturell tragenden Leichtbauteilen. Anwendungshemmnisse stellen jedoch das häufige Fehlen vollständig vergleichbarer und effizient ermittelter Werkstoffkennwerte dar, im Besonderen für auslegungsrelevante komplexe Belastungsfälle. Das Projekt Chara-TPC erarbeitet die erforderlichen Prüfmethoden zur effizienten Charakterisierung von kurzzeitdynamischen, mehraxialen und Langzeit-Belastungen von Hochleistungsbauteilen aus cFRTP sowie Verbindungsstellen von Hybridbauteilen mit cFRTP. Diese werden an zwei industrierelevanten Referenzmaterialien simulativ und experimentell optimiert und validiert. Hierbei kann bereits auf ein neues, effizientes Verfahren zur Bestimmung mehraxialer Materialkennwerte verwiesen werden. Ein grundlegender Baustein des Projekts bilden die Themen Plattenfertigung und Probekörperpräparation, die der Materialcharakterisierung vorgelagert sind. Es werden verschiedene Bearbeitungsverfahren nach Qualität, Robustheit und Effizienz bewertet sowie ein Heißpressprozess mit kurzer Zykluszeit entwickelt.

Das Chara-TPC Projekt entwickelt neue, effiziente Charakterisierungsmethoden für komplexe Belastungsfälle von cFRTP zur Generierung von vergleichbaren Materialkennwerten. Dadurch kann das mechanische Potenzial dieser Werkstoffklasse ausgeschöpft und die Hürden für eine Großserienanwendung gesenkt werden.

Projektstruktur und -Inhalte

Project content and structure



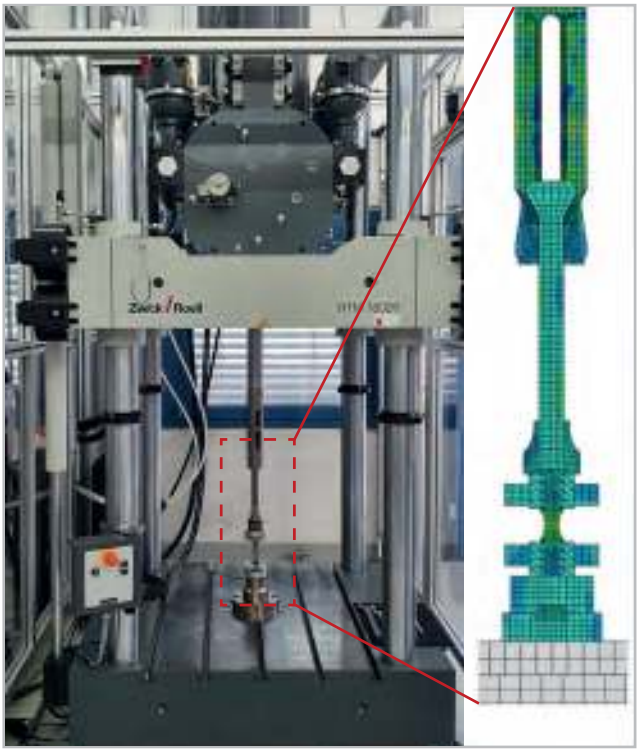
Das Projekt „Chara-TPC – Aufbau eines Charakterisierungs-Zentrums in RLP für thermoplastische Composites“ wird vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und dem Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau (MWVLW) gefördert (Förderkennzeichen 84005413).

Chara-TPC – Characterization Methods for Thermoplastic Composites



Prüfung des Kurzzeitverhaltens von cFRTP

Testing of short term behavior of cFRTP



In the field of composites, continuous fiber-reinforced thermoplastic composites (cFRTP) are playing a special role. In addition to short processing cycle times, they are also characterized by their outstanding mechanical properties. Therefore, they are particularly suitable for use in structural lightweight components. However, application obstacles are the frequent lack of fully comparable and efficiently determined material properties, especially for design-relevant complex load cases. The Chara-TPC project is developing the necessary test methods for efficient characterization of short-term dynamic, multi-axial and long-term loads on high-performance components made of cFRTP as well as joints of hybrid components with cFRTP. These are optimized and validated on two industry-relevant reference materials in simulations and experiments. In this context, a new, efficient method for the determination of multi-axial material properties can already be referred to. A fundamental building block of the project is formed by the topics of plate production and specimen preparation, which are upstream of material characterization. Various machining processes are evaluated for quality, robustness and efficiency, and a hot pressing process with a short cycle time is developed.

The Chara-TPC project develops new, efficient characterization methods for complex loading cases of cFRTP for generating comparable material properties. This allows the mechanical potential of this material class to be fully exploited and the hurdles for a large series application to be lowered.



The project "Chara-TPC – Establishing a Material Characterization Center for Thermoplastic Composites (TPC) in Rhineland-Palatinate" is funded by the European Regional Development Fund (ERDF) and the Ministry of Economics, Transport , Agriculture, and Viticulture (MWVLW) (funding reference 84005413).

liudmyla.gryshchuk@ivw.uni-kl.de

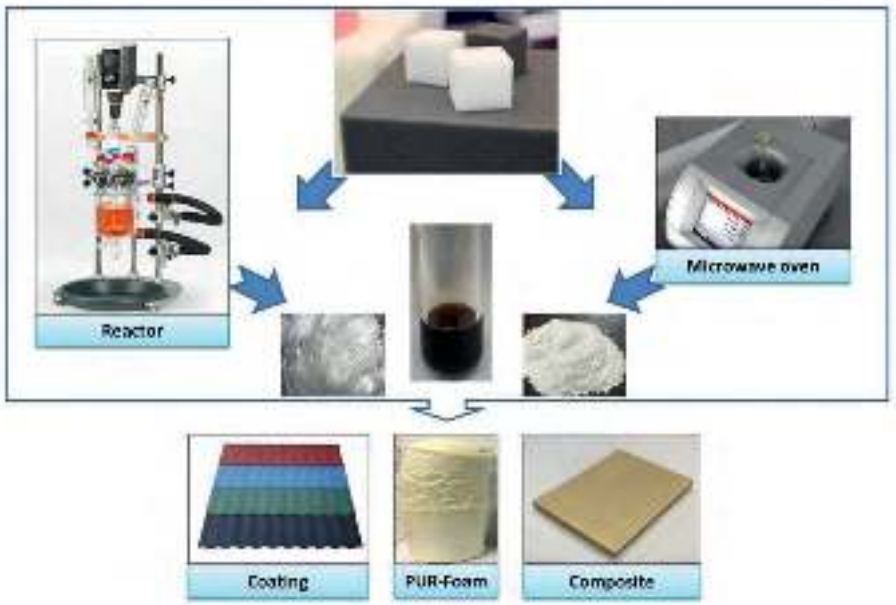
Chemisches Recycling von biobasierten PU



Liudmyla Gryshchuk

Recycling ist ein Schlüsselfaktor für die Kunststoffindustrie und besonders relevant für den Übergang zur Kreislaufwirtschaft, sowohl in Deutschland als auch in Europa. Darüber hinaus ist Recycling in der Lage, die ständig wachsenden Herausforderungen durch die wachsenden Umwelt- und Qualitätsanforderungen der Kunststoffindustrie zu lösen. Das IVW entwickelt Lösungen zum chemischen Recycling von Kunststoffabfällen (insbesondere (biobasierte) Polyurethanschäume), um diese in neue hochwertige Rohstoffe umzuwandeln. Polyurethane sind sowohl hart als auch flexibel und zeichnen sich durch ihre Leichtigkeit aus. Gerade deshalb findet es Anwendung in sehr vielen Bereichen, von geschäumten Produkten für die Automobil-, Transport- und Möbelbranche, über Verpackungen, Isolierungen für das Bauwesen, in der Elektronikbranche bis hin zu Sneakersohlen. Für den Polymermatrixabbau werden die unterschiedlichen chemischen Recyclingtechnologien in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Abfalls und der zu gewinnenden Produkte eingesetzt. Derzeit ist die wichtigste Recyclingrichtung, die am IVW angewendet wird, die Solvolyse. Je nach verwendetem Lösungsmittel für die Polymerkettenspaltung (Methanol, (Poly)ethylenglykol, Glycerin, Säure(n), Amin(e) oder Wasser etc.) können unterschiedliche Monomere oder Oligomere erhalten werden. Ziel der Weiterentwicklung ist die Anwendung der Solvolyse unter Verwendung von Hitze, Druck, Mikrowellenbestrahlung, Ultraschall, biobasierten Chemikalien und/oder Katalysatoren zur Gewinnung von „grünen" Polyolen/Polyaminen als neue Rohstoffe - nachhaltig für die Herstellung neuer Produkte – Schäume, Beschichtungen, Verbundwerkstoffe etc. Darüber hinaus lassen sich durch die Solvolyse von Verbundwerkstoffen (insbesondere von PU-Verbundschäumen) auch Füllstoffe und Fasern gewinnen, die in der Entwicklung neuer Werkstoffe wiederverwendet werden können.

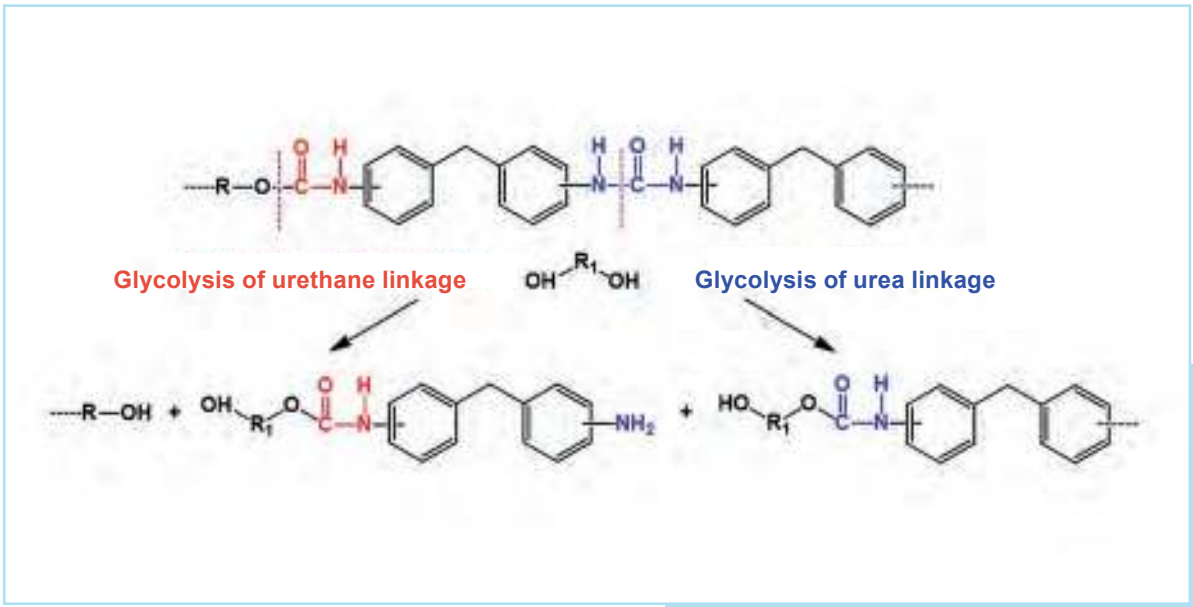
Die Weiterentwicklung und Verbesserung eines solchen „Full-Re-Use"-Ansatzes steht im Einklang mit der Kreislaufwirtschaftsstrategie der EU, um die Nutzung von Abfällen als Rohstoffe, insbesondere für den Bau- und Automobilsektor, zu fördern.



Recycling von (Bio)-Polyurethanen: Solvolyse der Matrix und Rückgewinnung von Füllstoffen und Fasern; Wiederverwendung von Rezyklaten in Beschichtungs-, Schaum- und Kompositformulierungen

Recycling of (bio)-polyurethanes: solvolysis of matrix and recovery of fillers and fibers; re-using of recyclates in coating, foam and composite formulations

Chemical Recycling of Bio-Based PU



Chemisches Recycling von Polyurethan durch Glykolyse von Urethan- und Harnstoffbindungen

Chemical recycling of polyurethane by glycolysis of urethane and urea linkages

Recycling is a key factor for the plastic industry and is especially relevant in order to move towards the circular economy both in Germany and in Europe. Moreover, recycling is able to solve the ever-increasing challenges as result of growing environmental and quality demands of the plastic industry. IVW develops solutions in chemical recycling of plastic waste (in particular (bio-based) polyurethane foams) to convert them into new high value-added raw materials. Polyurethane as hard as well as flexible characterized by their lightness. It is precisely for that reason that it has a large number of applications, from foamed products for automotive and transport and furniture to packaging, insulations for construction, applications for electronics and in sneaker soles. The different chemical recycling technologies, depending on the characteristics of the waste and the products to be obtained, are used for polymer matrix degradation. Currently, the main recycling direction that widely used at IVW is solvolysis. Depending on the solvent used for polymer chain scission (methanol, (poly)ethylene glycol, glycerol, acid(s), amine(s) or water, etc.), different monomers or oligomers can be obtained. The objective of the development is to apply solvolysis by using heat, pressure, microwave irradiation, ultrasound, bio-based chemicals and/or catalysts for obtaining "green"-polyols/polyamines as new raw materials sustainable for manufacturing of new products – foams, coatings, composites, etc. Moreover, solvolysis of composites (in particular of PU composite foams) allows winning also fillers and fibres that can be re-used in new materials development.

The further development and improvement of such "Full-Re-Use" approach is aligned with the circular economy EU-strategy to promote the use of waste as raw materials in particular for constructive and automotive sectors.

alexander.huf@ivw.uni-kl.de

CrashOpt – Entwicklung eines Werkstoffmodells



Alexander Huf

Die Berechnung und Auslegung von Faser-Kunststoff-Verbunden stellt aufgrund ihres anisotropen Verhaltens und eigener spezifischer Versagensarten schon im statischen Fall eine große Herausforderung an die verwendeten Berechnungsmethoden dar. Dies zeigt sich insbesondere beim Einsatz von Strukturoptimierungsverfahren, da mit Hilfe der Berechnung zwischen vielversprechenden Designs und unterlegenen Entwürfen verlässlich unterschieden werden muss. Bei der Optimierung crash bzw. dynamisch belasteter Strukturen wird die Berechnung des in nahezu allen Bereichen nichtlinearen Verhaltens dieser Strukturen noch anspruchsvoller. So kann nur bedingt auf klassische Optimierungsverfahren zurückgegriffen werden. Stattdessen stellen erfahrungsbasierte, heuristische Methoden eine vielversprechende Alternative dar, da sie besser mit starken Nichtlinearitäten arbeiten können.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wird ausgehend von quasistatischen und Crashversuchen eine Simulationsmethodik entwickelt, welche für die heuristische Strukturoptimierung von kohlenstofffaserverstärkten, thermoplastischen Multikammerprofilen mit der Simulationssoftware LS-DYNA geeignet ist. Die so erstellten Profile werden mittels Tapelegeverfahren hergestellt und deren Verhalten mit der Simulation validiert.

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

Projektpartner / *Partner:*

Bergische Universität Wuppertal
Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik
Lehrstuhl für Optimierung mechanischer Strukturen

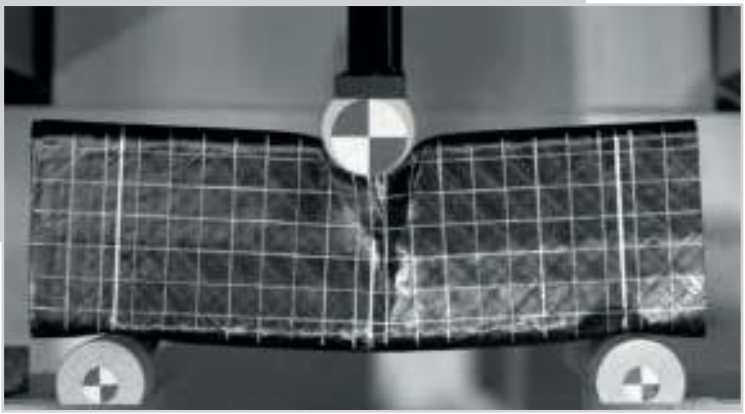


Bestimmung nicht-linearer Werkstoffkennwerte mit Hilfe einer Zug/Druck-Torsionsprüfmaschine und digitaler Bildkorrelation

Determination of non-linear material parameters using a tension/compression-torsion testing machine and digital image correlation

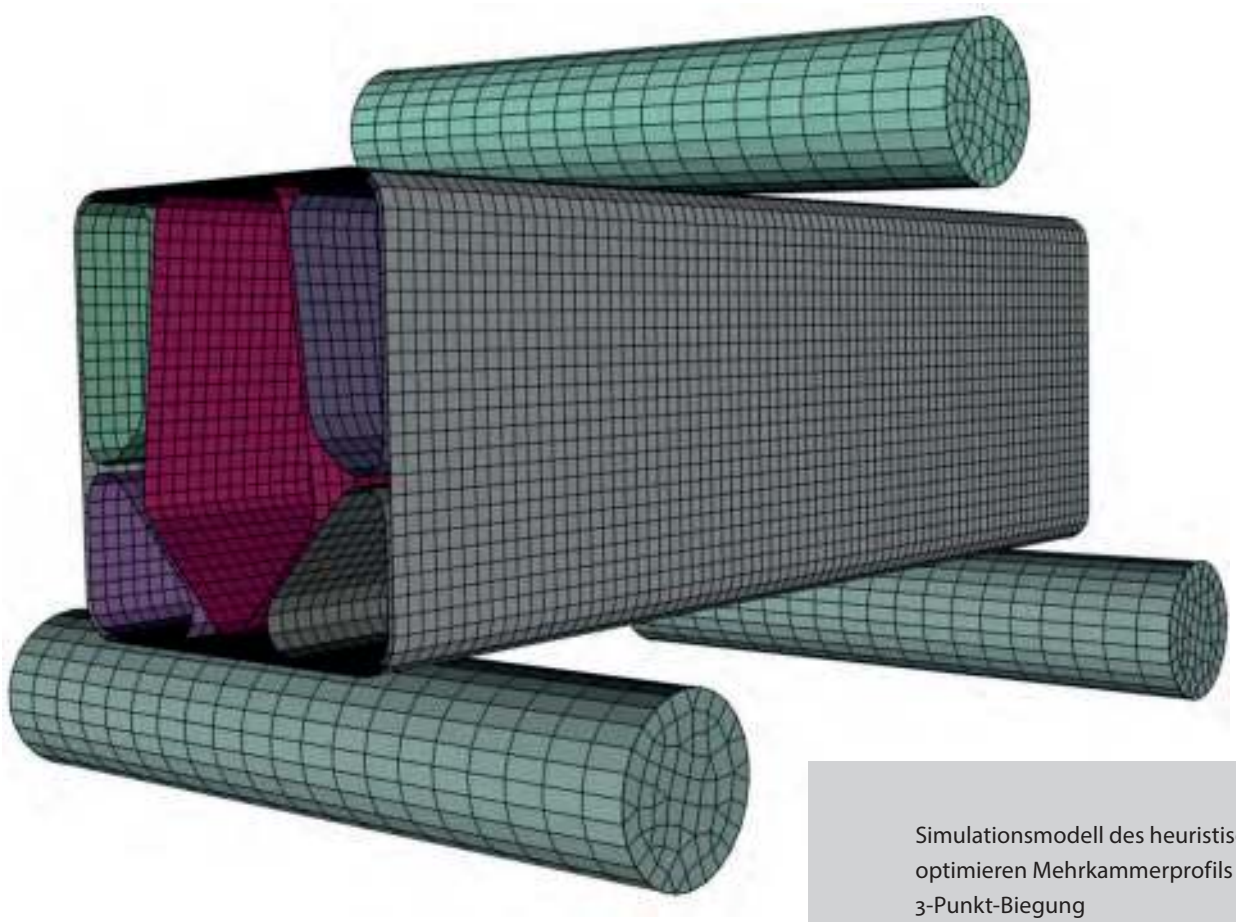
Experiment und Crashsimulation an einem CFK-Multikammerprofil unter lateraler Belastung

Experiment and crash simulation of a CFRP-multi-chamber profile under lateral load



Das Projekt „CrashOpt – Entwicklung eines optimierungsgerechten Werkstoffmodells für die automatisierte Topologie- und Formfindung von Crashstrukturen aus thermoplastischen Faser-Kunststoff-Verbunden“
wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – SCHM 2726/4-1.

CrashOpt – Development of a Material Model



Simulationsmodell des heuristisch optimieren Mehrkammerprofils für 3-Punkt-Biegung

Simulation model of the heuristically optimized multi chamber profile for 3 point bending

Due to their anisotropic and specific failure modes, the calculation and design of fiber-reinforced plastics pose a great challenge to the used calculation methods, even in static load cases. This is particularly evident in the use of structure optimization techniques, as the calculation has to reliably differentiate between promising and inferior designs. When optimizing crash or dynamically loaded structures, the calculation becomes even more challenging. Due to the non-linear behavior of these structures in almost all areas, only limited use can be made of classical optimization methods. Instead, experience-based, heuristic methods are a promising alternative as they can handle these strong non-linearities better.

In the context of this research project, based on quasi-static and crash tests, a simulation methodology is developed, which is suitable for the heuristic structure optimization of carbon-fiber-reinforced, thermoplastic multi-chamber profiles with the simulation software LS-DYNA. The profiles created in this way are produced using tape laying processes, and their behavior is validated with the simulation.

The project "CrashOpt – Development of an Optimized Material Model for the Automated Topology and Shape Determination of Crash Structures Made of Thermoplastic Fiber-Plastic Composites" is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) – SCHM 2726/4-1.

Curved Composites – Nachträglich umformbare Profile aus FKV



Alexander Faas

alexander.faas@ivw.uni-kl.de



Jan Janzen

jan.janzen@ivw.uni-kl.de

Profile aus Faser-Kunststoff-Verbund (FKV) zeichnen sich gegenüber konventionellen Konstruktionsprofilen sowohl durch ein hohes Leichtbaupotential als auch durch eine hervorragende Beständigkeit gegen Korrosion aus. FKV-Profile werden heute hauptsächlich auf Basis duroplastischer Matrixmaterialien gefertigt. Da diese irreversibel vernetzen, können die so hergestellten Profile nicht mehr verformt werden. Sollen gekrümmte Profile hergestellt werden, ist deshalb ein eigenes Werkzeug für jeden einzelnen Krümmungsradius erforderlich. Gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Umformtechnik der Universität Siegen (UTS), der Gustav Gerster GmbH & Co. KG und der Bilsing Automation GmbH forscht das IVW an Material- und Prozesstechnologien, die die variable Biegung zunächst gerade hergestellter FKV-Profile ermöglichen sollen. Wesentliche Neuerung ist die Imprägnierung der Textilverstärkung mit reaktiven Thermoplasten. Unter Beibehaltung der prozesstechnisch vorteilhaften duroplastischen Verarbeitungsroute weisen diese eine nachträgliche Warmumformfähigkeit der Matrix auf. So könnten gerade Profile standardmäßig produziert und nachträglich auf den gewünschten Radius gebogen werden. Aktuelle Forschungsarbeiten befassen sich neben der Entwicklung einer Biegezelle durch Bilsing und UTS mit der Auslegung der Textilverstärkungen (IVW und Gerster). Die Textilverstärkung ist für den Biegeprozess absolut kritisch und definiert die Prozessgrenzen. Die Textilarchitektur soll - unter Beibehaltung der mechanischen Eigenschaften - dem hergestellten Profil ein möglichst großes Umformvermögen verleihen, darf gleichzeitig aber bei der Umformung weder reißen noch Falten werfen.

Ziel des Projekts Curved Composites ist die Herstellung nachträglich umformbarer FKV-Profile auf Basis der Imprägnierung drapierfähiger Verstärkungstextilien mit einem thermoplastischen Harzsystem.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

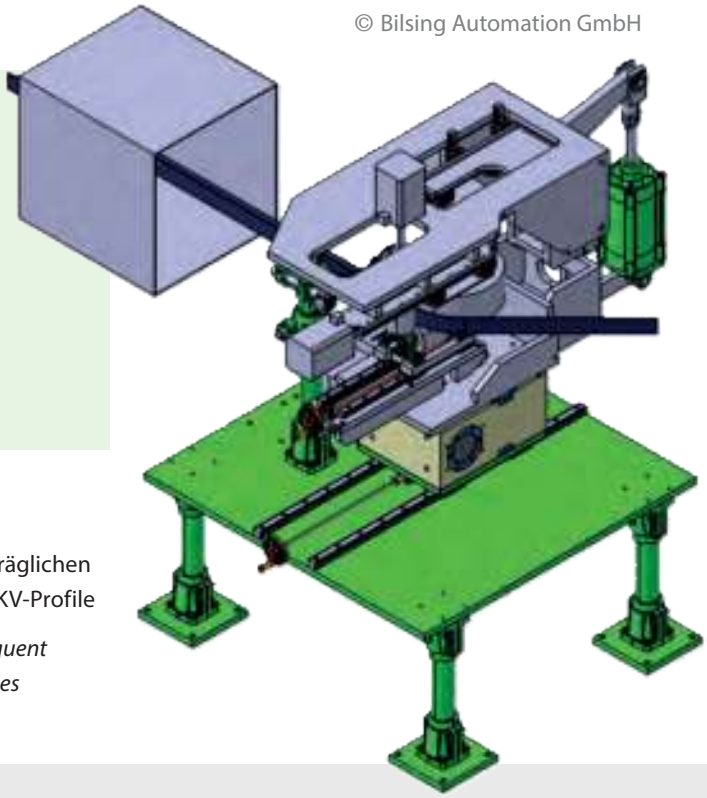
Projektpartner / *Partners:*

Bilsing Automation GmbH

Gustav Gerster GmbH & Co. KG

Lehrstuhl für Umformtechnik der Universität Siegen (UTS)

© Bilsing Automation GmbH



Prototyp einer Biegezelle zur nachträglichen Umformung gerade hergestellter FKV-Profile

Prototype of a bending cell for subsequent forming of initially straight FRP-profiles

Das Projekt „Curved Composites – Entwicklung von Materialien und Prozessen zur Herstellung von nachträglich umformbaren Profilen aus Faser-Kunststoff-Verbund“ wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052336).

Curved Composites – Subsequently Formable Profiles made of FRP



© Gustav Gerster GmbH & Co. KG

Entwürfe von Textilarchitekturen für umformbare FKV-Profile

Designs of textile architectures for formable FRP-profiles

Compared with conventional structural profiles, profiles made of fiber-reinforced plastic (FRP) are characterized by both high lightweight potential and excellent resistance to corrosion. Up to now, FRP-profiles have mainly been manufactured from thermoset matrix materials. Since they crosslink irreversibly, profiles produced in this way can no longer be deformed. Therefore, if curved profiles are to be manufactured, a separate tool is required for each individual radius of curvature.

Together with the Chair of Forming Technology at Siegen University (UTS), Gustav Gerster GmbH & Co. KG and Bilsing Automation GmbH, IVW is researching material and process technologies that aim at enabling the variable bending of initially straight FRP-profiles. A major innovation is the impregnation of the textile reinforcement with reactive thermoplastics. While retaining the favorable thermoset processing route, these exhibit subsequent hot-forming capability of the matrix. This would allow straight profiles to be produced as standard and subsequently bent to the desired radius.

Current research work, besides the development of a bending unit by Bilsing and UTS, is concerned with the design of the textile reinforcements (IVW and Gerster). The textile reinforcement is absolutely critical for the bending process and defines the process limits. The textile architecture should - while retaining the mechanical properties as far as possible - give the manufactured profile the greatest possible forming capability, but at the same time must neither tear nor wrinkle during forming.

The aim of the Curved Composites project is to produce subsequently formable FRP-profiles based on the impregnation of drapeable reinforcement textiles with a thermoplastic resin system.

The project "Curved Composites – Development of Materials and Processes for the Production of Subsequently Formable Profiles made of Fiber-Plastic Composites" is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052336).

DamageDict – Simulative Schädigungsvorhersage von Gelege-Laminaten


Tim Schmidt

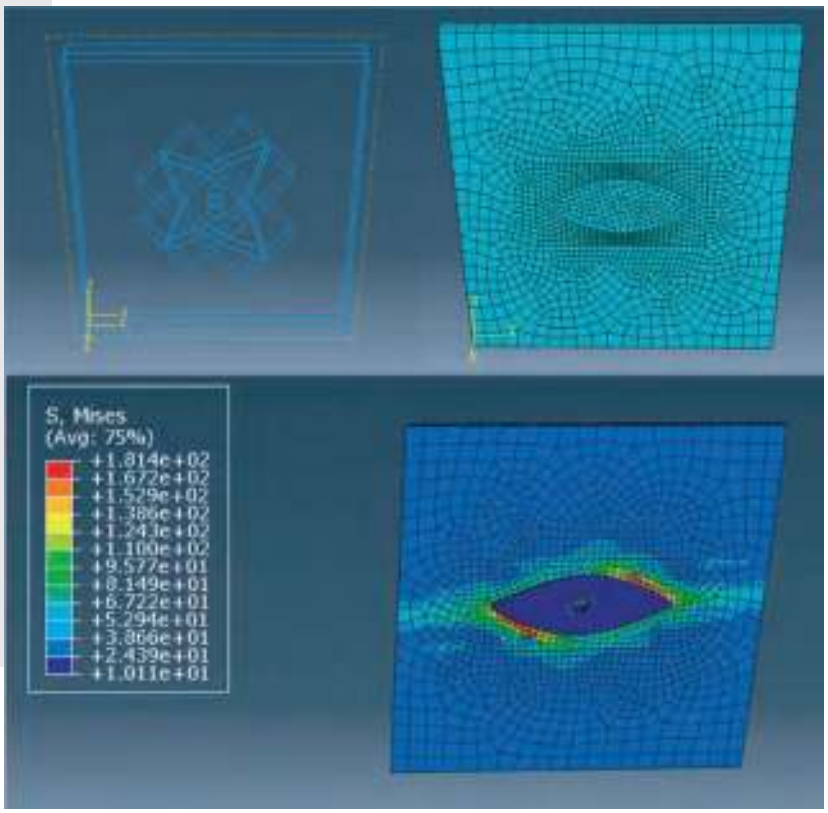

Christian Becker

tim.schmidt@ivw.uni-kl.de
christian.becker@ivw.uni-kl.de

Für eine bestmögliche Ausnutzung des Leichtbaupotenzials müssen Versagensverhalten und Festigkeitsgrenzen möglichst präzise ermittelt werden. Problematisch ist dabei jedoch geeignete Festigkeits- und Versagenskriterien zu wählen, da diese Kriterien teilweise zu ungenau sind oder den unterschiedlichen Versagensmoden der Verbundwerkstoffe nicht gerecht werden. Das Wirkebenenkriterium von Puck ermöglicht das Versagen von FKV-Strukturen präzise vorherzusagen, aber der experimentelle Aufwand im Vorfeld ist enorm. Um den Aufwand zur Kennwertermittlung und Auslegung zu reduzieren, ist es potenziell zielführend die experimentellen Untersuchungen durch simulative Methoden teilweise zu ersetzen. Dazu wird das Materialverhalten anhand von Querzug/-druck-Versuchen an einer Zug-Druck-Torsion-Prüfanlage mit überlagertem Schub bestimmt und über gezielte insitu-röntgenmikroskopische Analysen optisch untermauert. Die experimentellen Ergebnisse werden mit den Simulationen verglichen. Die simulative Kennwertermittlung der mehrskaligen anisotropen FKV-Struktur wird dabei mithilfe von Multiskalen-Simulationsmethoden effizient umgesetzt. Auf der Mikroebene werden das Materialverhalten und die Rissinitiierung zwischen Fasern und Matrix detailliert simuliert. Diese Daten werden im Finite-Elemente-Modell berücksichtigt, mit dem das Versagen des Faser-Kunststoff-Verbundes auf Mesoebene (Lagen-ebene) vorhergesagt wird.

In DamageDict wird ein Simulationstool entwickelt, welches das Versagensverhalten von Faser-Kunststoff-Verbunden auf Mikro- und Mesoebene vorhersagt.

Projektpartner / *Partner:*
Math2Market GmbH

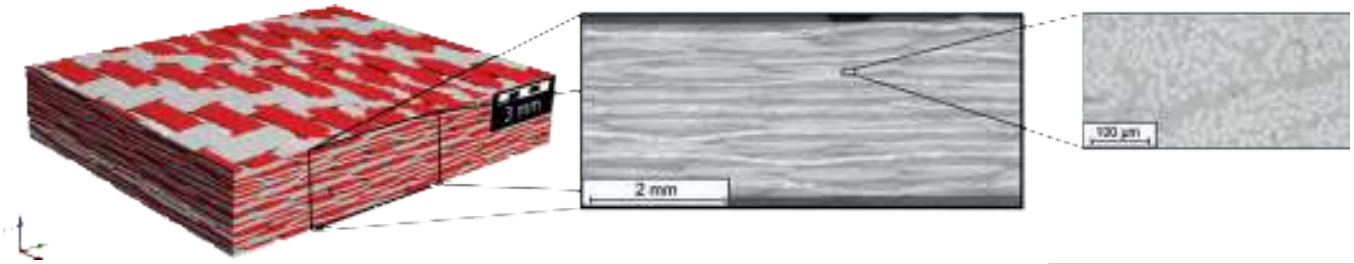


Aufbau der Finite-Elemente-Einheitszelle: Stacking der Textillagen (oben links), vernetzen mit spezifischer Netzdichte (oben rechts) und Spannungsverteilung nach Versagen der ersten Laminatschicht (unten)

Setup of the finite element unit cell: stacking of the textile layers (top left), meshing with specific mesh density (top right) and stress distribution after failure of the first laminate layer (bottom)

Das Projekt „DamageDict – Simulative Schädigungsvorhersage von Gelege-Laminaten auf Basis von Materialmodellen auf Mikroebene“ wird im Rahmen des Programms „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert (Förderkennzeichen ZF4052328LF9).

DamageDict – Simulative Damage Prediction of Scrim Laminates



Darstellung der komplexen Faserstruktur: Links: Segmentierter Scan eines Gewebes
Mitte: Querschnitt einer typischen FKV-Struktur
Rechts: Mikroskopischer Ausschnitt aus einer Faserstruktur

Illustration of the complex fiber structure: Left: Segmented scan of a fabric
Center: Cross-section of a typical FRP structure
Right: Microscopic section from a fiber structure

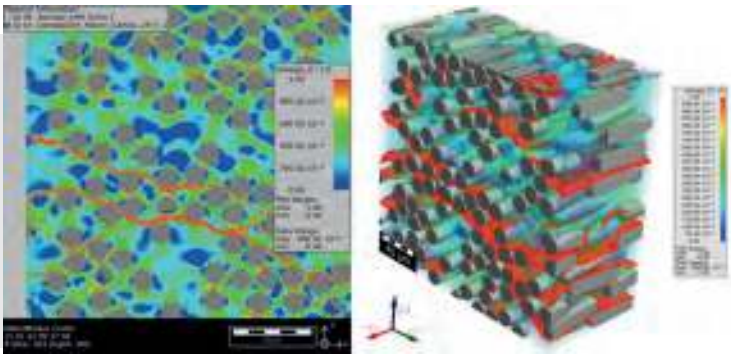
Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag

For the best possible utilisation of the lightweight design potential, failure behavior and strength limits must be determined as precisely as possible. However, it is critical to select suitable strength and failure criteria, since these criteria are sometimes too imprecise or do not reflect the different failure modes of the composites. Puck's effective plane criterion allows the failure of FRP structures to be predicted accurately, but the experimental effort in advance is enormous. In order to reduce the effort, it is promising to partially substitute the experiments by simulative approaches. For this purpose, the material behavior is determined by means of transverse tension/compression tests on a tension-compression-torsion test rig with superimposed shear stress, and optically substantiated by insitu X-ray microscopic analyses. The experimental results are compared with the simulatively determined characteristic values. The simulative property determination of the multiscale anisotropic FRP structure is efficiently implemented by using multiscale simulation methods. At the microscale, the material behavior and crack initiation between fibers and matrix are simulated in detail. These data are taken into account in the finite element model, which is used to predict the failure of the fiber-plastic composite at the meso level (layer level).

In DamageDict, a simulation tool is being developed, that predicts the failure behavior of fiber-plastic composites at the micro- and mesoscale level.



Rissinitiierung (rot) in einer Kunststoffmatrix in einem Mikromodell in der 2D-Darstellung (links) und in der 3D-Darstellung (rechts)

Crack initiation (red) in polymer matrix in a micromodel in a 2D image (left) and in a 3D image (right)

The project "DamageDict – Simulative Damage Prediction based on Material Models at Micro Level for Scrim Laminates" is funded by the Federal Ministry for Economics and Climate Action within the framework of the "central innovation program for SMEs" (funding reference ZF4052328LF9).

bjoern.willenbacher@ivw.uni-kl.de
david.may@ivw.uni-kl.de

Dickenpermeabilität von Verstärkungsstrukturen bei Hochdruckanwendungen



Björn Willenbacher

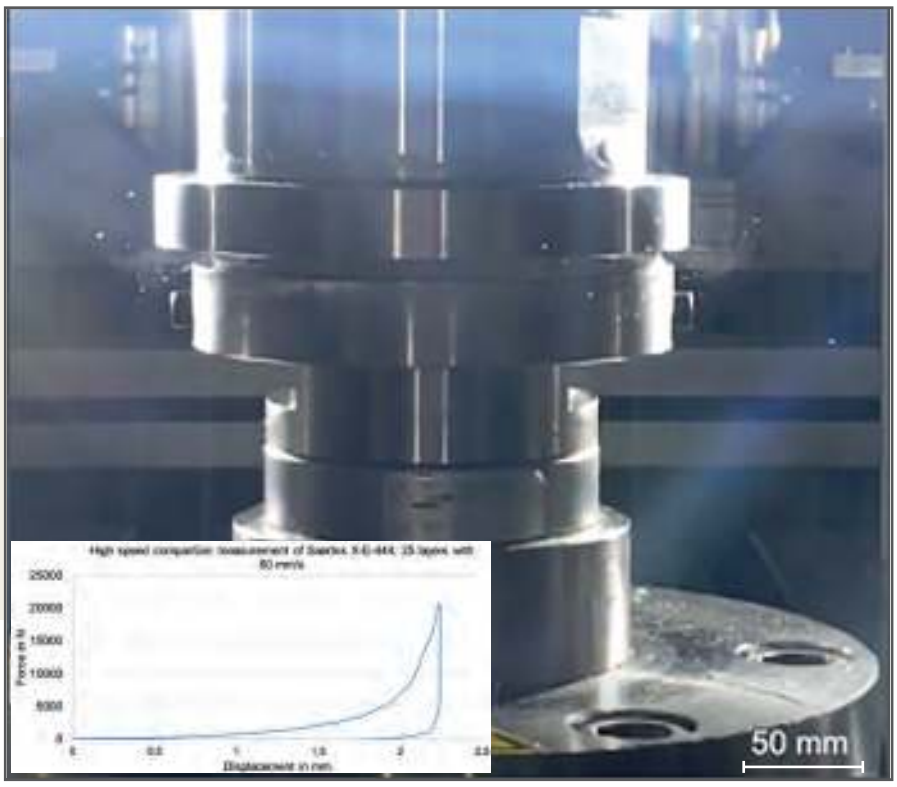


David May

Für die schnelle und wirtschaftliche Produktion von Faser-Kunststoff-Verbund-Bauteilen eignen sich besonders die Harzinjektionsverfahren. Dies gilt insbesondere für moderne Prozessvarianten, die eine Imprägnierung in Dickenrichtung vorsehen - wie das Compression Resin Transfer Molding. Um das für eine effiziente Prozessauslegung erforderliche Verständnis für das textile Imprägnierverhalten zu gewinnen, wurde in einem vorangegangen DFG Projekt bereits ein Messsystem entwickelt, welches eine Dickenimprägnierung eines textilen Lagenaufbaus bis zu einem maximalen Injektionsdruck von 10 bar ermöglicht. In diesem DFG-Fortsetzungsprojekt wurde nun ein Messsystem entwickelt und gebaut, welches dazu in der Lage ist, die Dickenpermeabilität und hydrodynamische Kompaktierungseffekte bei Hochdruckanwendungen bis 200 bar zu bestimmen. Das aus Edelstahl gefertigte Messsystem wurde mittels FEM mechanisch ausgelegt, wobei die Zielstellung eine Begrenzung der maximalen Dehnung unter Druck auf weniger als 10 µm bei einer maximalen Probendicke von 35 mm war. Dies und die zusätzliche Implementierung von Wegsensoren zur Aufzeichnung der Dehnung der Verschraubung stellt sicher, dass die Messfehler bei der Erfassung von Textildeformationen minimiert sind. In begleitenden Studien an einer Hochgeschwindigkeits-Univeralprüfmaschine wird das dynamische Kompaktierungsverhalten von trockenen Textilien bei Kompaktierungsgeschwindigkeiten bis zu 4.800 mm/min untersucht, um als Eingangsgröße für eine simulative Abbildung des Versuchsaufbaus in einem digitalen Zwilling zu dienen.

Im Projekt werden Grundlagenkenntnisse über das Imprägnierverhalten von Verstärkungstextilien bei Hochdruckanwendungen gewonnen, die für eine effizientere Gestaltung von Harzinjektionsverfahren verwendbar sind.

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft



Momentaufnahme zum Zeitpunkt der maximalen Kompaktierung bei einem High-Speed-Kompaktierungsversuch an einem Stapel Glasfasergelege mit einer Prüfgeschwindigkeit von 4.800 mm/min

Snapshot at the time of maximum compaction during a high-speed compaction test on a glass fiber stack at a test speed of 4,800 mm/min

Das Projekt „Messung und Modellbildung der ungesättigten Dickenpermeabilität und Hochdruckimprägnierung von Verstärkungsstrukturen“ wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 299108850.

Out-of-Plane Permeability of Engineering Textiles for High Pressure Applications



Detailansicht der Angusskammer und des Distributionsmediums des neuen Messsystems für die Ermittlung von Textileigenschaften bis 200 bar

Detailed view of the inlet chamber and distribution medium of the new measuring system for determining textile properties for test pressures up to 200 bar

Liquid composite molding processes are particularly suitable for the fast and cost-efficient production of high-performance composite components. This is particularly true for modern process variants that provide a through-thickness impregnation, such as Compression Resin Transfer Molding. For these processes, an efficient process design requires an understanding of the textile impregnation behavior in out-of-plane direction. In a previous project, funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation), a test rig that allows the monitoring of the textile reaction to through-thickness impregnation up to a max. pressure of 10 bar was developed. In this DFG continuation project, a measuring system has been developed and built which is capable of determining thickness permeability and hydrodynamic compaction effects in high-pressure applications up to 200 bar. The measuring system - made of stainless steel - was mechanically designed by using FEM with the objective to limit the maximum strain under pressure to less than 10 µm at a maximum specimen thickness of 35 mm. This, together with the additional implementation of displacement sensors to record the strain of the bolts, ensures that measurement errors in the detection of textile deformations are minimized. In accompanying studies on a high-speed universal testing machine, the dynamic compaction behavior of dry textiles at compaction speeds up to 4,800 mm/min is being investigated to serve as an input variable for a simulative mapping of the test setup in a digital twin.

In this project a fundamental understanding of the impregnation behavior of reinforcing textiles at high pressure applications is gained. This understanding can be used for a more efficient design of liquid composite molding processes.

The project "Measurement and Modeling of Unsaturated Out-of-Plane Permeability and High Pressure Impregnation of Engineering Textiles" is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) – 299108850.

drivEcomp II – Weiterentwickelte Compositelösungen


Florian Gortner


Robert Köhler

florian.gortner@ivw.uni-kl.de
robert.koehler@ivw.uni-kl.de

Die angestrebte Energiewende erfordert eine Steigerung der Energieeffizienz von Antriebssystemen in allen Bereichen der Mobilität. Im Projekt drivEcomp II sollen daher elektrische Antriebe für Bahn- und Busanwendungen durch den Einsatz von maßgeschneiderter Faserverbundtechnologie leichter, leistungsstärker und geräuschärmer ausgeführt werden. Im Rahmen dieses Projekts werden Gehäusekomponenten eines Traktionsmotors, welche üblicherweise aus metallischen Werkstoffen hergestellt werden, aus Sheet Molding Compound (SMC) realisiert. SMC ist ein weit verbreiteter Werkstoff, der aus einer duroplastischen Matrix, Verstärkungsfasern und anwendungsspezifischen Additiven besteht und eine großserientaugliche Herstellung von FKV-Bauteilen in einem Pressprozess ermöglicht. Durch den Einsatz von SMC ergeben sich neue Möglichkeiten in der lastpfadgerechten und funktionsintegrativen Gestaltung der Gehäusekomponenten. Verglichen mit der metallischen Bauweise besitzen SMC-Bauteile schwingungsdämpfende Eigenschaften, die Lärmemissionen verringern können. Der Einsatz von Kohlenstofffasern an Stelle von Glasfasern als Verstärkungsfasern erhöht die Steifigkeit bei gleichzeitiger Reduktion des Gewichts. Die Arbeiten des IVW konzentrieren sich hierbei auf die Material- und Prozessentwicklung. Es wird eine SMC-Formulierung entwickelt, welche die definierten Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften auch bei hohen Einsatztemperaturen erfüllt. Zudem wird die Prozesstechnologie bei der Halbzeugherstellung und dem Pressprozess an die neuentwickelte Formulierung angepasst, um eine effiziente Bauteilherstellung zu ermöglichen.

Projektpartner / *Partners:*
Siemens AG
CirComp GmbH
Gustav Gerster GmbH & Co KG

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Ziel des Projekts drivEcomp II ist die Steigerung der Leistungsdichte von elektrischen Antriebssystemen für Schienen- und Straßenanwendungen durch den Einsatz von Faserverbundtechnologie. Im Fokus liegen hierbei die Material- und Prozessentwicklung, um alle Anforderungen hinsichtlich struktureller, thermischer und elektrischer Bauteilintegrität kosteneffizient zu erfüllen.



© SIEMENS AG

Das Projekt „drivEcomp II – Weiterentwickelte Compositelösungen für elektrische Antriebe zur Steigerung der Leistungsdichte in erdgebundenen Mobilitätsanwendungen“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 19I20017D).

drivEcomp II – Advanced Composite Solutions



© SIEMENS AG

Explosionsansicht Traktionsmotor

Exploded view of the traction motor

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag

The turnaround in energy policy requires an increase in the energy efficiency of drive systems in all areas of mobility. In the project drivEcomp II, electrical drives for rail and bus applications are therefore to be designed to be lighter, more powerful and less noisy by using fiber composite technology. As part of this project, housing components of a traction motor, which are usually made of metallic materials, are implemented as a Sheet Molding Compound (SMC). SMC is a widely used material that consists of a thermoset matrix system, reinforcing fibers and application-specific additives and enables the large-scale production of fiber reinforced polymer composites (FRPC) components in a compression molding process. Using SMC opens up new possibilities in the load path-appropriate and function-integrative design of the housing components. Compared to metallic materials, SMC components provide vibration-damping properties that can reduce noise emissions. By using carbon instead of glass as reinforcement fibers, the rigidity increases and the weight is also reduced. The work at the IVW concentrates on material and process development. An SMC formulation is being developed, that meets the defined requirements for mechanical properties even at high operating temperatures. Furthermore, the process technology for the production of semi-finished SMC and the pressing process will be adapted to the newly developed formulation in order to enable efficient component production.

The aim of the drivEcomp II project is to increase the power density of electrical drive systems for rail and road applications by using fiber composite technology. The focus here is on material and process development in order to meet all requirements with regard to structural, thermal and electrical component integrity in a cost-efficient manner.

The project "drivEcomp II – Advanced Composite Solutions for Electric Drives to Increase the Power Density in Ground-Based Mobility Applications" is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 19I20017D)

janeric.semar@iww.uni-kl.de

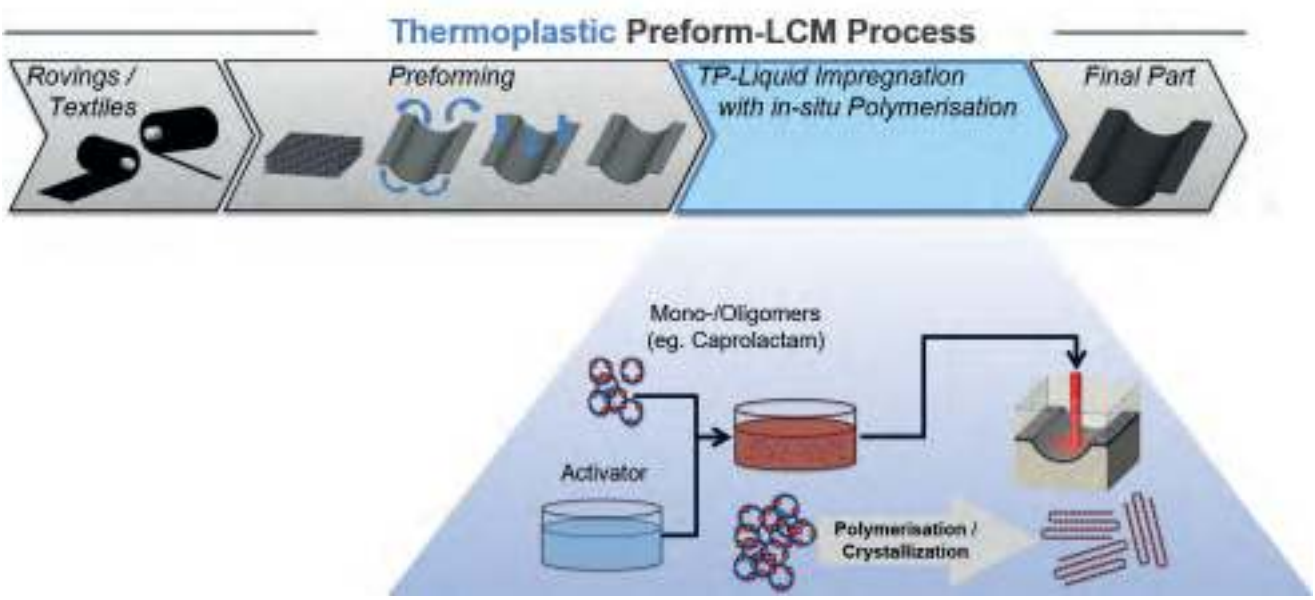
EasyEntry2TPC – Thermoplastische Flüssigimprägnierung



Jan Eric Semar

Faserverstärkte Thermoplaste bieten im Vergleich zu Duroplasten eine Reihe von Vorteilen: Sie können z.B. wieder aufgeschmolzen werden, wodurch Umform- und Schweißprozesse sowie werkstoffliches Recycling ermöglicht werden. Die übliche Verarbeitung im Thermoformverfahren ist zwar großserientauglich, beschränkt sich aber auf vergleichsweise einfach geformte Bauteile und verlangt große Investitionen in Anlagen und Halbzeuge. Das erschwert den Einstieg für kleine mittelständische Unternehmen (KMU). Im Fokus dieses Projektes steht daher eine Technologie, die die Einstiegsschwelle in die Thermoplastverarbeitung deutlich herabsetzen kann. Dabei handelt es sich um Flüssigimprägnierverfahren mit in-situ polymerisierenden Thermoplasten. Diese sind duroplastischen Flüssigimprägnierverfahren - die bereits weit verbreitet sind - technisch ähnlich. Ziel des Projektes ist es, am Institut die notwendige Anlagentechnik und Erfahrung aufzubauen, um KMU bei der Anwendung dieser Technologie zu unterstützen. Hierzu werden eine angepasste Harzinjektionsanlage und sensorbestückte Injektionswerkzeuge selbst entwickelt. Diese werden dazu genutzt, um verschiedene Kunststoffsysteme und Additive zu untersuchen. Hauptziel ist die Verarbeitung von Caprolactam zu Polyamid 6. Die Anlage soll jedoch modular aufgebaut sein, um auch die Verarbeitung anderer Systeme im Technikumsmaßstab zu ermöglichen.

Derzeit erfolgt der Aufbau von Injektionsanlage und -werkzeugen, sowie die Detailcharakterisierung der Kunststoffe.

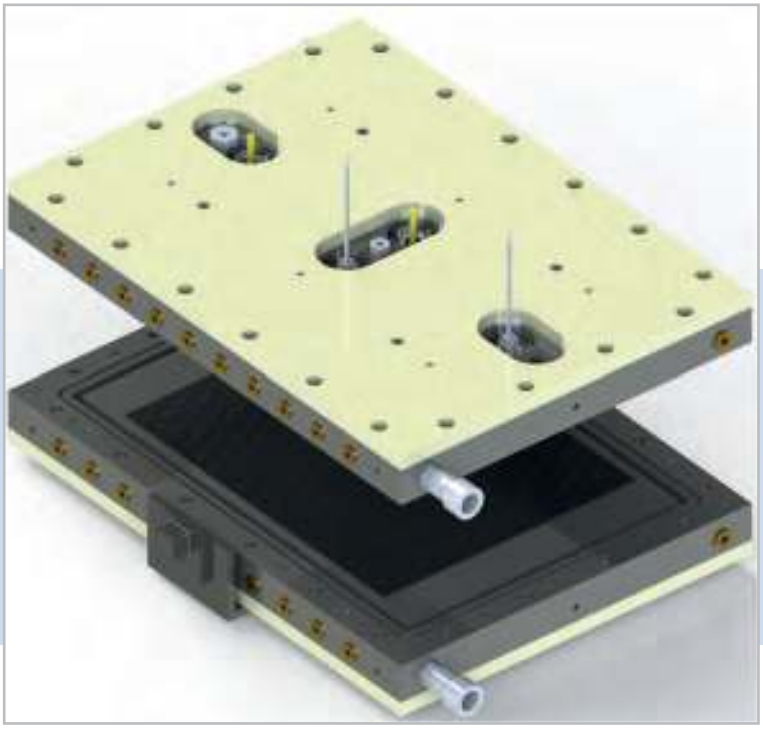


Im Projekt sollen die Vorteile thermoplastischer Kunststoffe mit der Verarbeitungstechnik duroplastischer Kunststoffe in Einklang gebracht werden

In the project, the advantages of thermoplastics will be combined with the processing technology of thermosetting plastics

Das Projekt „EasyEntry2TPC – Thermoplastische Flüssigimprägnierung für den schnellen Einstieg in die Herstellung kontinuierlich faserverstärkter thermoplastischer Composites auf Basis etablierter Duroplast-Prozessketten“ wird vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und dem Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau (MWVLW) gefördert (Förderkennzeichen 84007039).

EasyEntry2TPC – Thermoplastic Liquid Impregnation



Edelstahl-Injektionswerkzeug mit modularen Sensoreinsätzen, interner Ölheizung und Drehbolzen, um Gravitationseffekte zu nutzen

Stainless steel injection tool with modular sensor inserts, internal oil heating and swivel to use gravitational effects

Fiber-reinforced thermoplastics offer a number of advantages over thermosets: They can be remelted for example, enabling forming and welding processes as well as materials recycling. The usual processing route is thermoforming, which is suitable for large series production, but limited to components of simple shapes and requires large investments in equipment and semi-finished products. This makes it difficult for small medium enterprises (SMEs) to get started. The project therefore focuses on a technology that can significantly lower the entry threshold for thermoplastic processing. This involves liquid impregnation processes with in-situ polymerizing thermoplastics. These are technically similar to thermoset liquid impregnation processes, which are already widely used. The aim of the project is to set up the necessary hardware and experience at the institute in order to support SMEs in the application of this technology. To achieve this, an adapted resin injection system and sensor-equipped injection tools are self-developed. These will be used for investigating different polymer systems and additives. The main objective is the processing of caprolactam to polyamide 6, but the plant will be modular to also enable the processing of other polymer systems on a pilot plant scale.

The injection plant and the main tool are currently under construction, detailed testing on the processing properties of the polymers is ongoing.



The project "EasyEntry2TPC – Thermoplastic Liquid Impregnation for Rapid Entry into the Production of Continuously Fiber-Reinforced Thermoplastic Composites Based on Established Thermoset Process Chains" is funded by the European Regional Development Fund (ERDF) and the Ministry of Economy, Transport, Agriculture and Viticulture (MWVLW) (grant number 84007039).

tobias.donhauser@ivw.uni-kl.de

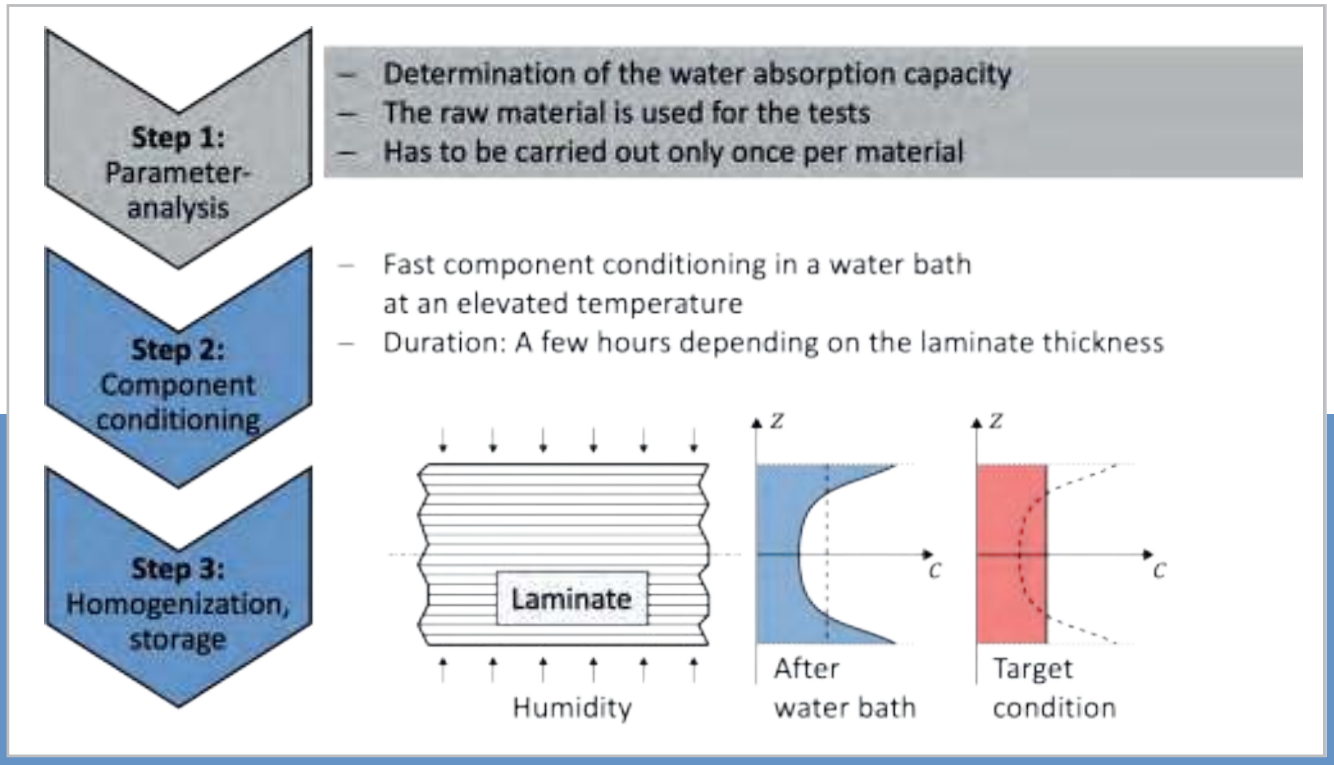
Effiziente Schnellkonditionierung und Lagerung hygroskopischer Werkstoffe



Tobias Donhauser

Hygroskopische Werkstoffe können durch die Aufnahme von Wasser aus umgebender feuchter Luft ihre mechanischen Eigenschaften ändern. Eine typische Werkstoffgruppe, die diesen Effekt besonders ausgeprägt zeigt, sind die Polyamide. Durch die hohe Polarität dieser Kunststoffe wird die Diffusion von Wasser in den Werkstoff begünstigt und die mechanischen Eigenschaften ändern sich signifikant. Bei der Auslegung von Bauteilen aus Polyamiden muss daher das mechanische Verhalten des Werkstoffs für verschiedene Konditionierungszustände (Einsatzbedingungen) experimentell ermittelt werden. Die Konditionierung der dafür notwendigen Prüfkörper erfolgt meist durch einen Klimaschrank. Dieses Verfahren erfordert zum einen sehr viel Zeit (meist mehrere Wochen bis Monate) und zum anderen sind Klimaschränke teuer und wartungsintensiv.

Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens ist es, das neuartige Verfahren zur Schnellkonditionierung zu validieren. Das neue Verfahren wurde bereits erfolgreich zur Schnellkonditionierung von endlosfaser-verstärktem CF-PA6 angewandt. Es soll nun geklärt werden, in wie weit sich das Verfahren zur Konditionierung beliebiger Kunststoffe (mit und ohne Faserverstärkung) anwenden lässt.

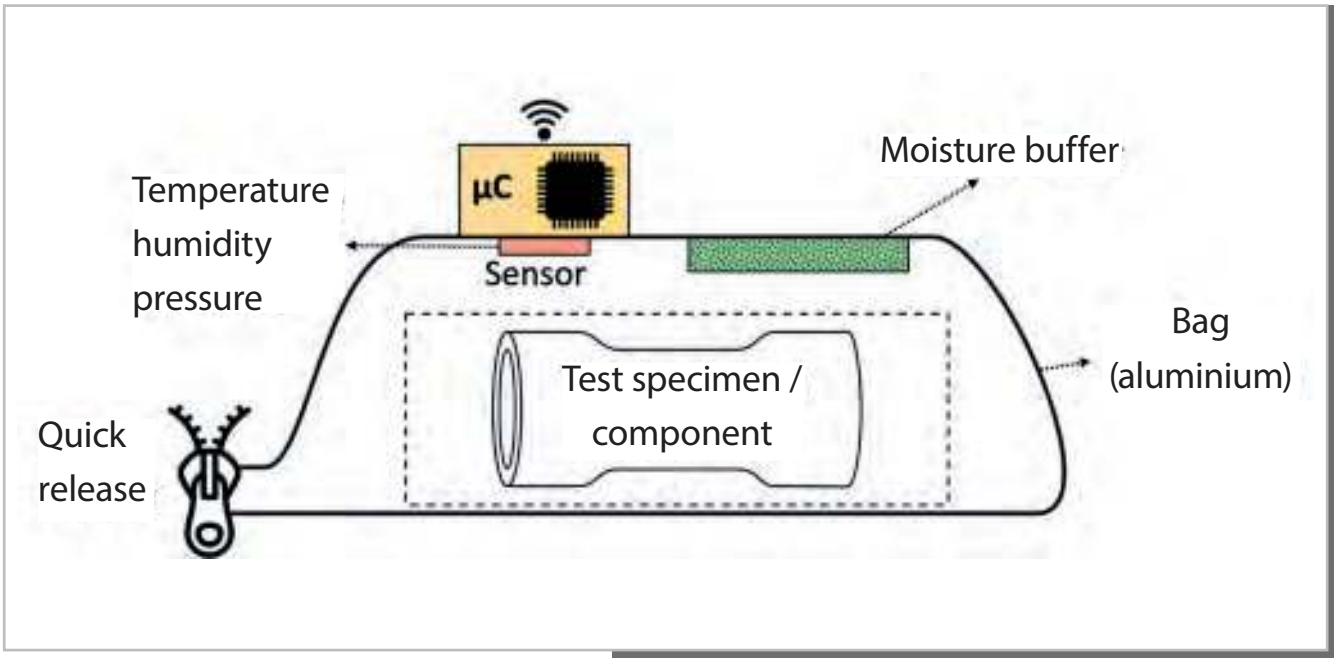


Verfahrensablauf zur Schnellkonditionierung von Kunststoffen: Die Durchführung erfolgt in drei separaten Schritten. Der Wassereintrag in den Werkstoff erfolgt mittels Konditionierung im Wasserbad (Schritt 2). Anschließend wird in einem 3. Schritt der Werkstoff in einer Homogenisierungsphase ausgelagert bis sich die Zielkonditionierung eingestellt hat

Process sequence for rapid conditioning of plastics: It is carried out in three separate steps. The water is injected into the material by conditioning in a water bath (step 2). Then, in a third step, the material is swapped out in a homogenization phase until the target conditioning has been achieved

Das Projekt „Verfahren zur effizienten Schnellkonditionierung und Lagerung hygroskopischer Werkstoffe“ wird im Rahmen eines Forschungsprojekts der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) durchgeführt – Fördernummer 906 I.

Efficient Fast Conditioning and Storage of Hygroscopic Materials



Hygroscopic materials can change their mechanical properties through the absorption of water from surrounding humid air. A typical group of materials that shows this effect in a particularly pronounced way are polyamides. The high polarity of these plastics favors the diffusion of water into the material and the mechanical properties change significantly. When designing components made of polyamides, the mechanical behavior of the material for different conditioning states (service conditions) must therefore be determined experimentally. The conditioning of the test specimens required for material characterization is usually done with the aid of a climatic chamber. On the one hand, this process takes a lot of time (usually several weeks to months) and on the other hand, climatic chambers are expensive and maintenance-intensive.

The aim of the present research project is to validate a novel method for rapid conditioning. The new process has already been successfully used for the rapid conditioning of continuous fiber-reinforced CF-PA6. Now it shall be clarified to what extent the process can be used for conditioning any other plastics (with and without fiber reinforcement).

Apparatur zur Homogenisierung der Prüfkörper in Schritt 3 der Schnellkonditionierung.
Die Prüfkörper werden in einer luftdichten Tüte mit einem Feuchtigkeitspuffer verpackt.
Der Feuchtigkeitspuffer sorgt für die Einstellung eines vorgegebenen Klimas innerhalb der Tüte.
Zusätzlich kann durch eine integrierte Sensorik der Homogenisierungsprozess überwacht werden.

Apparatus for homogenizing the test specimens in step 3 of the rapid conditioning. The test specimens are packed in an airtight bag with a moisture buffer. The moisture buffer ensures that a specified climate is set within the bag. In addition, the homogenization process can be monitored by an integrated sensor system.

The project "Efficient Fast Conditioning and Storage of Hygroscopic Materials" is carried out as part of a research project by the Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) – grant number 906 I.

Eigenschaften von Naturfasern



Sonja Adler
sonja.adler@ivw.uni-kl.de



Barbara Güttler
barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

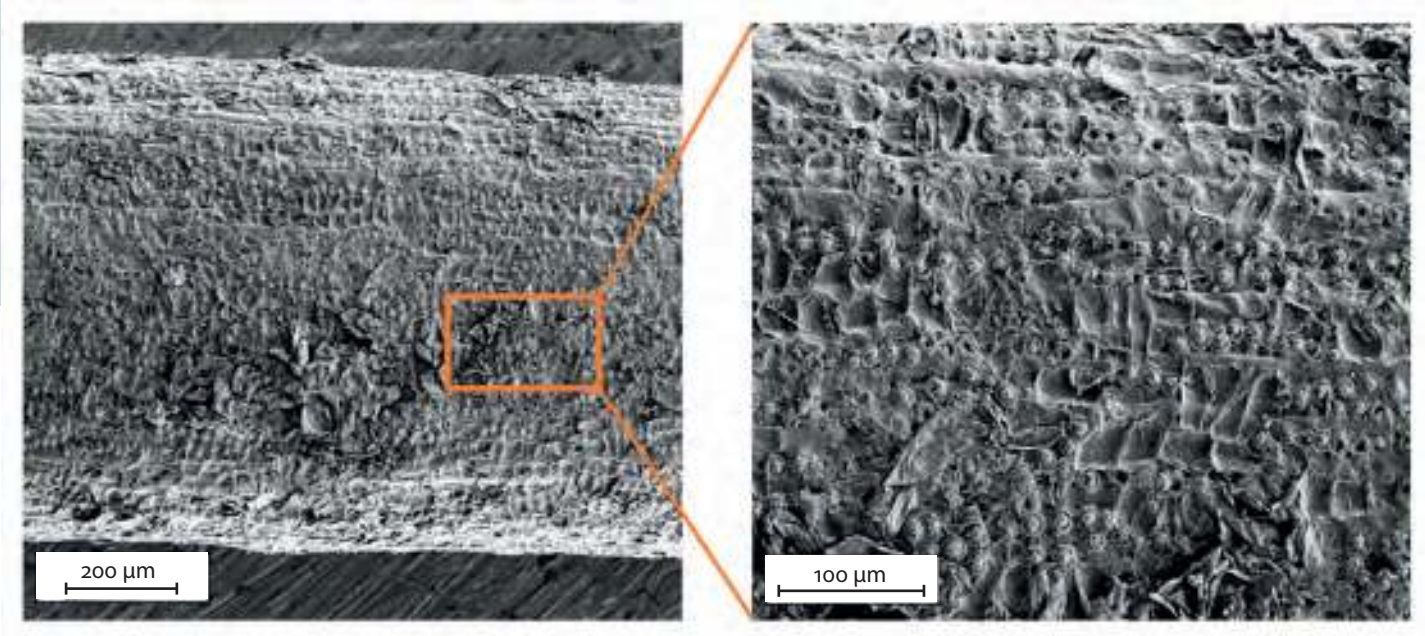
Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) sind aufgrund ihrer mechanischen und ökologischen Eigenschaften (geringe Dichte, nachhaltig, kostengünstig) attraktiv. Sie liefern ein hohes Leichtbaupotenzial und schaffen eine Ressourcenunabhängigkeit von fossilen Rohstoffen. Dabei sind vor allem die Eigenschaften der Naturfasern von zentraler Wichtigkeit. Diese werden am IVW durch verschiedene Analysemethoden sowohl einzeln als auch im Verbund genau untersucht. Besondere Aufmerksamkeit liegt, neben den mechanischen Eigenschaften, auf der thermischen Stabilität und der natürlichen Struktur, mit Fokus auf den Faseroberflächen (Oberflächenenergie und -topographie).

Aufgrund der Heterogenität sowie Hydrophilie von Naturfasern ist es besonders wichtig, diese Eigenschaften der verschiedenen Naturfasertypen genau zu kennen, um Rückschlüsse auf ihre Passgenauigkeit mit möglichen Matrixsystemen zu verbessern und somit die technische Leistungsfähigkeit der Materialien auch in Hochleistungsanwendungen zu erhalten. Mit thermischen sowie chemischen Behandlungsmethoden können sowohl die chemische Zusammensetzung als auch die Oberflächeneigenschaften für eine bessere Anhaftung an Matrixsysteme modifiziert werden.

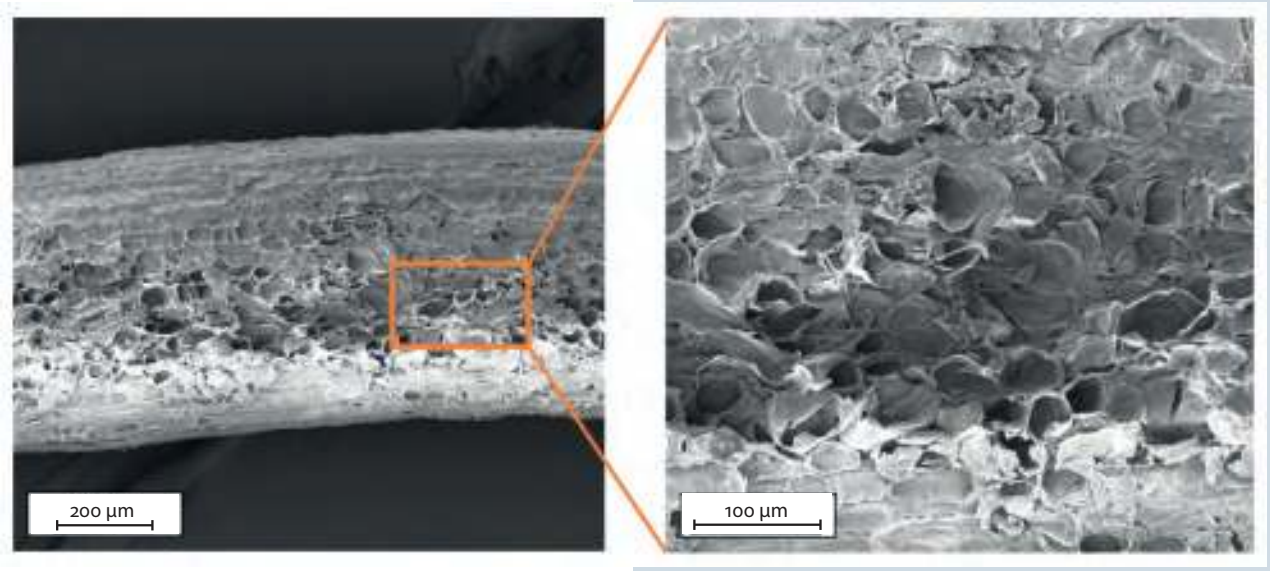
Durch eine Charakterisierung der veränderten Oberflächeneigenschaften, der thermischen und mechanischen Eigenschaften der Faser, sowie des Verbundes können daraufhin Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ermittelt und – basierend darauf – passende Matrixsystem ausgewählt werden.

Untersuchung der Faseroberfläche von unbehandelten Kokosfasern mittels Rasterelektronenmikroskopie

Investigation of the fiber surface of untreated coconut fibers using scanning electron microscopy (SEM)



Properties of Natural Fibers

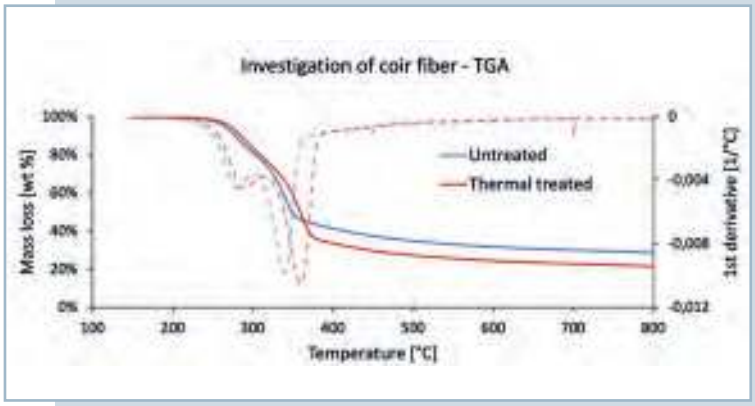


Untersuchung der Faseroberfläche von thermisch behandelten Fasern mittels Rasterelektronenmikroskopie

Investigation of the fiber surface of thermal treated coconut fibers using scanning electron microscopy (SEM)

Natural fiber reinforced plastics (NFRP) are attractive due to their mechanical and ecological properties (low density, sustainable, cost-effective). They deliver high potential for lightweight construction and create resource independency from fossil raw materials. In order to create high-performance NFRP, the properties of the natural fibers are key. Using various analytical methods at IVW, these properties are examined in detail both individually and in combination. In addition to the mechanical properties, special attention is paid to the thermal stability and the natural structure with a focus on the fiber surfaces (surface energy and topography). Due to the heterogeneity and hydrophilicity of natural fibers, it is particularly important to know these properties in detail in order to draw conclusions regarding their suitability with possible matrix systems and thus sustain their technical function in high-performance applications. Thermal and chemical treatment methods can be used to modify the chemical composition and surface properties for better adhesion to matrix systems.

By characterizing the modified surface properties, the thermal and mechanical properties of the fiber as well as of the composite, structure-property relationships can be determined and suitable matrix systems can be selected based on these.



Untersuchung der thermischen Stabilität von unbehandelten sowie thermisch behandelten Fasers mittels Thermogravimetrie (TGA)

TGA measurements to analyze the thermal stability of untreated and thermally treated coir fibers

andreas.baumann@ivw.uni-kl.de

Einfluss der Matrixeigenschaften auf das Ermüdungsverhalten von Faser-Kunststoff-Verbunden

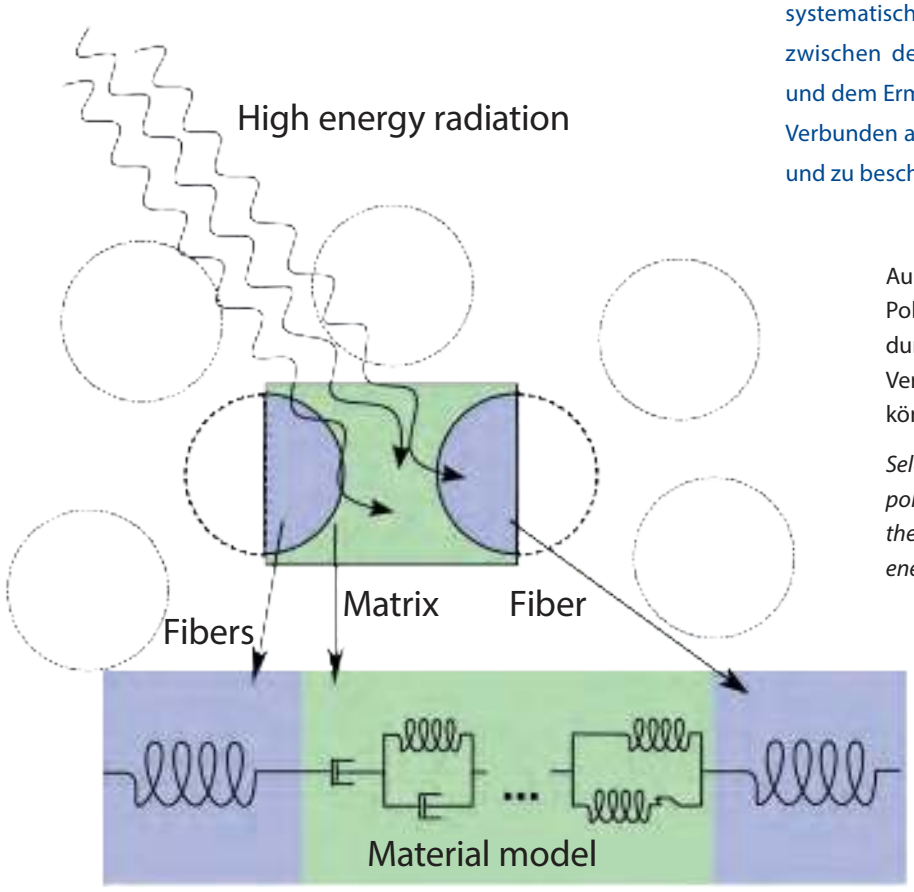


Andreas Baumann

Endlosfaserverstärkte Kunststoffe stellen eine Werkstoffklasse mit herausragenden Ermüdungseigenschaften dar, die maßgeblich durch die Fasern erreicht werden. Die Polymermatrix, aber auch die Faser-Matrix-Haftung schaffen im Verbund die Grundlage um die guten Ermüdungseigenschaften der Fasern möglichst auszunutzen. In Abhängigkeit des Lastfalls und des Lastwinkels kommt der Polymermatrix bei der Entstehung von Rissen und deren Ausbreitung eine besondere Bedeutung zu. Unter Druckspannungen kommt der Matrix zusätzlich die Aufgabe zu, die Fasern zu stützen. In vielen Untersuchungen wurde bereits gezeigt, dass die Polymereigenschaften wesentlich beeinflussen, inwieweit die Matrix diesen Aufgaben gerecht wird. Trotz dieser Erkenntnisse ist eine Generalisierung herausfordernd, da sich die Beobachtung jeweils auf ein bestimmtes System aus Faser, Matrix und Schlichte beziehen. Im Projekt werden gezielt matrixdominierte Lastfälle untersucht und die Matrixeigenschaften mittels energiereicher Strahlung modifiziert. Durch die Strahlenmodifikation lassen sich die Matrixeigenschaften erst im letzten Schritt der Probenherstellung modifizieren, sodass Geometrieeinflüsse, Schlichte und weitere Einflussgrößen unverändert bleiben. Das Vorgehen soll es ermöglichen die Eigenschaften des Polymers graduell zu verändern und generalisierte Zusammenhänge zu ermitteln. Die Ergebnisse des Projekts können sowohl der Polymerentwicklung als auch einer fundierten Auswahl von Modellen zur Vorhersage der Lebensdauer von Matrixpolymeren zugute kommen.

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

Das Ziel des Projekts ist es ein grundlegendes und systematisches Verständnis für die Wechselwirkung zwischen den mechanischen Matrixeigenschaften und dem Ermüdungsverhalten von Faser-Kunststoff-Verbunden auf mikroskopischer Ebene zu gewinnen und zu beschreiben.

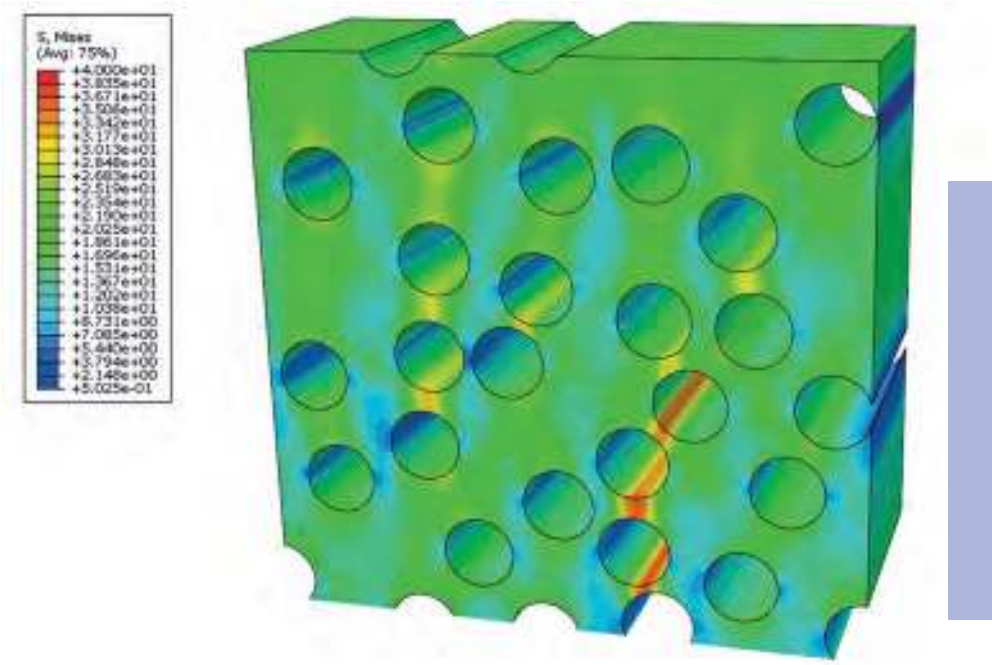


Auswahl möglicher Materialmodelle für die Polymermatrix, die zur Nachbildung der durch energiereiche Strahlung verursachten Veränderungen im Polymer genutzt werden können

Selection of possible material models for the polymer matrix that can be used to replicate the changes in the polymer caused by high-energy radiation

Das Projekt „Einfluss der Matrixeigenschaften auf das Ermüdungsverhalten von Faser-Kunststoff-Verbunden“ wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 468045930.

Influence of Matrix Properties on the Fatigue Behavior of Fiber-Reinforced Plastic Composites

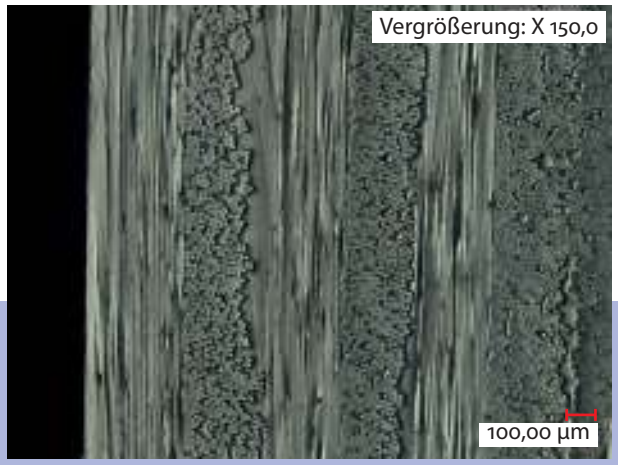


Mikromechanisches Modell zur Bewertung des Spannungszustandes in der Polymermatrix unter Querzugbeanspruchung (Lastrichtung vertikal)

Micromechanical model for the evaluation of the stress state in the polymer matrix under transverse tension (loading direction vertical)

Continuous fiber reinforced materials are a class of materials with exceptionally good fatigue properties, due to the durability of the fibers under cyclic loading. However, the polymer and the fiber-matrix interface are basic prerequisites to utilize these properties in a composite. Depending on the loading angle and loading scenario, the matrix polymer plays an import role in preventing cracks from forming or propagating. In the case of compressive loading, the matrix material has to support the fibers. Many investigations showed that the polymer properties affect the ability to comply with these tasks. Despite these findings generalization is challenging, because the observations refer to a specific system of system of fiber, matrix and sizing. In the project, matrix-dominated load cases are specifically investigated and the matrix properties are modified by means of high-energy radiation. The radiation modification allows the matrix properties to be modified only in the final step of specimen fabrication, so that geometry influences, dimensioning and other influencing variables remain unchanged. This procedure should make it possible to determine the characteristics of the properties of the polymer and to form a basic understanding. Polymer development as well as informed choices for lifetime prediction models with respect to the matrix polymers can benefit from the project's results.

The project's goal is a basic and systematic understanding of dependencies between the mechanical matrix properties and the fatigue behavior of fiber-reinforced composites on a micromechanical level.



In-situ Mikroskopie zur Rissdetektion im Ermüdungsversuch

In-situ microscopy for the detection of cracks during fatigue testing

The project "Correlation of matrix properties on the fatigue behavior of fiber reinforced polymers" is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) – 468045930.

emmanuel.akpan@ivw.uni-kl.de

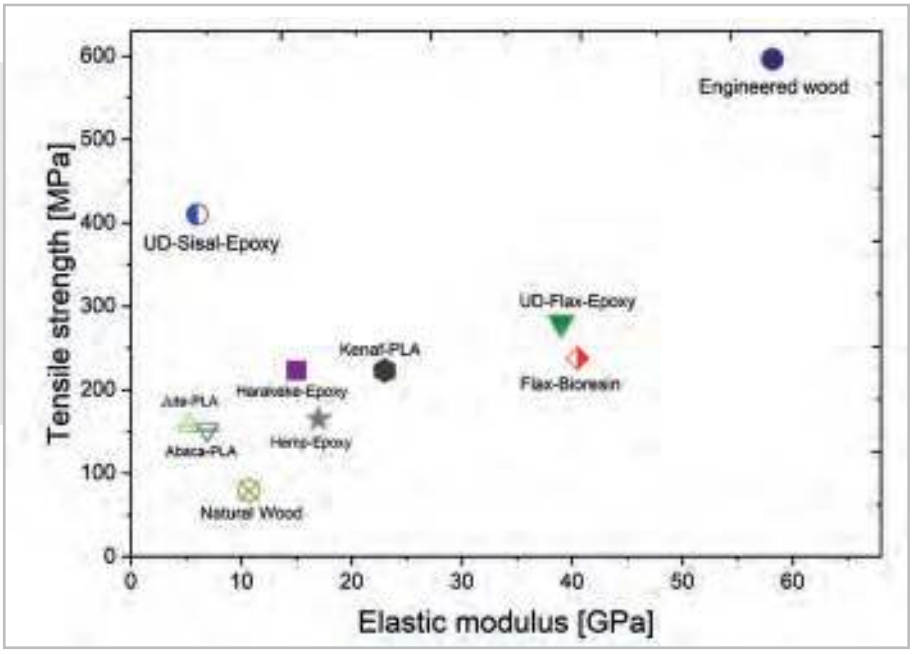
Entwicklung eines nachhaltigen und leistungsstarken Holzwerkstoffes



Emmanuel I. Akpan

Holz ist ein Werkstoff aus nachhaltigen und erneuerbaren Ressourcen. Im Vergleich zu Metallen wie Stahl und Aluminium sowie technischen Verbundwerkstoffen mit Kunststoffen aus fossilen Quellen, Kohlenstoff- und Glasfasern beinhaltet Holz eine viel geringere verkörperte Energie und speichert zudem CO_2 aus der Atmosphäre - so wird von 1 kg Holz ca. 1,84 kg Kohlendioxid aufgenommen. Eine kommerzielle Nutzung von Holz trägt somit zur Verringerung des Treibhauseffekts bei. Mit seiner natürlichen hierarchischen Zellstruktur kann Holz durch Heißpressen zu hochleistungsfähigen Strukturmaterialien verarbeitet werden. Zuvor werden jedoch Bestandteile wie Lignin und Hemizellulose teilweise entfernt. Die grundsätzliche Herausforderung bei dieser Technik besteht darin, eine kostengünstige, umweltfreundliche und zugleich skalierbare Vorbehandlung des Holzes sowie eine energieeffiziente thermomechanische Verarbeitungsroute bis zum finalen Bauteil zu finden. Das IVW entwickelt geeignete Techniken zur selektiven Delignifizierung von Holz und fokussiert insbesondere biotechnologische Methoden auf Wasserbasis und mit umweltfreundlichen Lösungsmitteln. Um die strukturelle Leistungsfähigkeit des behandelten Holzes bestmöglich zu nutzen und zudem multifunktionelle Eigenschaften zu erreichen, entwickeln wir bioinspirierte Verbundwerkstoffe mit Nanokompositen und setzen dazu saubere und energieeffiziente thermomechanische Verarbeitungstechnologien ein. Schlüsselparameter sind einerseits die Regulierung des Lignin- und Hemizellulosegehalts im Holz durch den innovativen Vorbehandlungsprozess sowie das richtige reaktive Bindemittel im Holzlaminat mit Polymeren und funktionellen Nanopartikeln. Das entstehende innovative Material übertrifft derzeitige unidirektionale naturfaserverstärkte Verbundwerkstoffe mit Epoxidharz in den mechanischen Eigenschaften bei weitem, es lässt sich zudem optisch transparent herstellen und es bietet eine um den Faktor 14 bessere Witterungsbeständigkeit als Naturholz. Die sonst zum Holzschutz üblichen zusätzlichen äußeren hydrophoben Beschichtungen zum dauerhaften Erhalt der Holzstruktur erübrigen sich. Mit dem Einsatz von biobasierten Nanokompositen im Holz ergeben sich außerdem eine verbesserte Grenzflächenhaftung und Integrität des neuen High-Tech-Verbundwerkstoffes.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung nachhaltiger und leistungsfähiger Holzwerkstoffe.

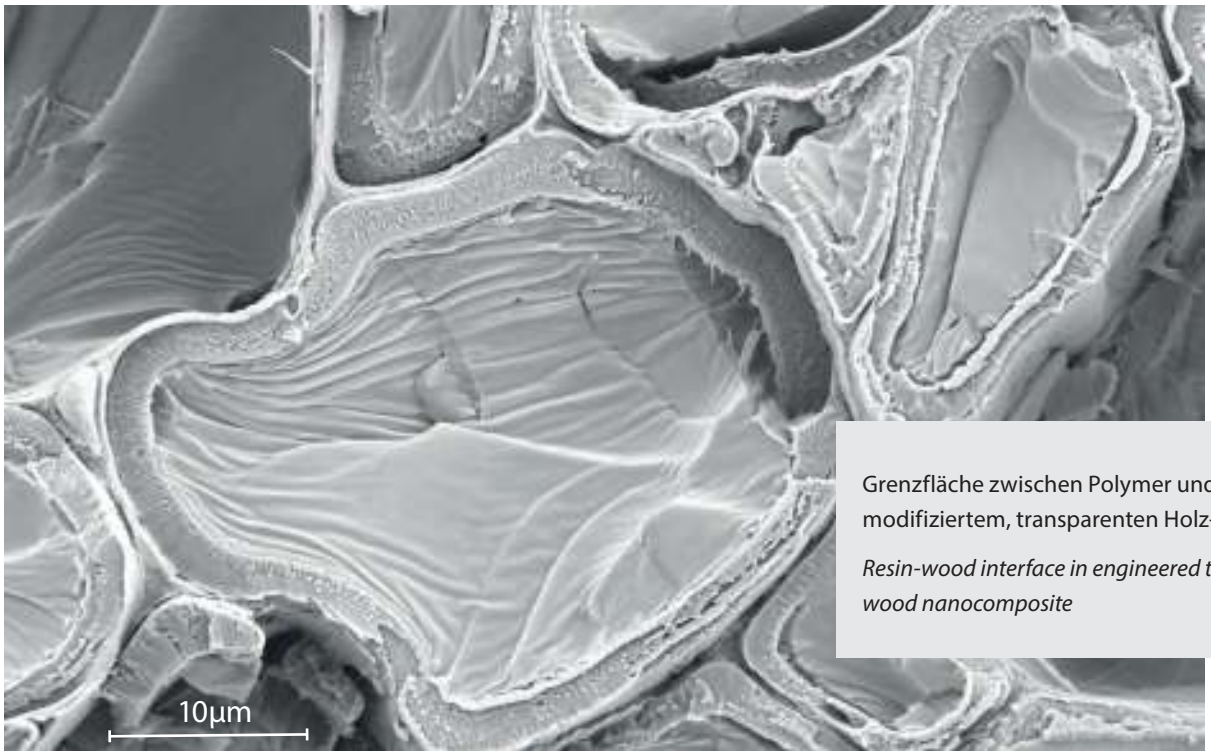


Zugfestigkeit und Elastizitätsmodul von Holzwerkstoffen im Vergleich zu UD-naturfaserverstärkten Verbundwerkstoffen

Tensile strength and modulus of engineered wood compared to UD-natural fiber reinforced composites

Source:
E. Akpan, K. Friedrich, S. Jacob, E. Thines, B. Wetzel: ACS Sustainable Chem. Eng. 2021
doi: 10.1021/acssuschemeng.1c03468

Development of Sustainable and High Performance Wood Based Material



Grenzfläche zwischen Polymer und Holz in modifiziertem, transparenten Holz-Nanokomposit

Resin-wood interface in engineered transparent wood nanocomposite

Wood is a material made from sustainable and renewable resources. Compared to metals such as steel and aluminum, as well as technical composites with plastics from fossil sources, carbon and glass fibers, wood contains much less embodied energy and it also stores CO_2 from the atmosphere - for example, 1 kg of wood absorbs about 1.84 kg of carbon dioxide. Commercial use of wood thus contributes to the reduction of the greenhouse effect. With its natural hierarchical cell structure, wood can be processed into high-performance structural materials by hot pressing. However, components such as lignin and hemicellulose have to be partially removed beforehand. The fundamental challenge in this technique is to find a cost-effective, environmentally friendly and at the same time scalable pre-treatment of the wood as well as an energy-efficient thermomechanical processing route to the final component. IVW is developing suitable techniques for selective delignification of wood, focusing in particular on water-based biotechnological methods using environmentally friendly solvents. In order to make the best use of the structural performance of the treated wood, and also to achieve multifunctional properties, we develop bioinspired composites with nanocomposites using clean and energy-efficient thermomechanical processing technologies. Key parameters are, on the one hand, the regulation of the lignin and hemicellulose content in the wood through the innovative pretreatment process, and the right reactive binder in the wood laminate with polymers and functional nanoparticles. The resulting innovative material by far surpasses current unidirectional natural-fiber-reinforced composites with epoxy resin in mechanical properties, it can also be manufactured to be optically transparent, and it offers weathering resistance 14 times better than natural wood. The additional external hydrophobic coatings otherwise used for wood protection to permanently preserve the wood structure are unnecessary. The use of bio-based nanocomposites in the wood also results in improved interfacial adhesion and integrity of the new high-tech composite.

The aim of the project is to develop sustainable and efficient wood-based materials.

FAnTeStick – Fatigue-Analyse und Testverfahren von Klebeverbindungen

francis.gonzalez-ramirez@ivw.uni-kl.de ilona.ryl@ivw.uni-kl.de



Ilona Ryl



Francis Gonzalez Ramirez

Klebungen gehören vor allem bei lasttragenden Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen zu den vielversprechendsten Verbindungstechniken mit Leichtbaupotential. Da sie oft statisch unbestimmte Systeme sind, gestaltet sich bereits die Auslegung quasistatischer Systeme als Herausforderung. Das Ermüdungsverhalten von Klebungen wird aktuell über quasistatische Ansätze mit empirischen Abminderungsfaktoren bestimmt, wobei kaum experimentelle Ergebnisse hinsichtlich des Ermüdungsverhaltens vorhanden sind. Im Rahmen des Forschungsprojekts FAnTeStick soll eine Methode entwickelt werden, um die Festigkeit von rein stoffschlüssigen Klebeverbindungen an den Lasteinleitungspunkten in das Faserverbundmaterial zu ermitteln. Hierbei sollen sowohl mehrachsige Spannungszustände als auch vereinfachte zyklische Belastungen berücksichtigt werden, um das Ermüdungsverhalten der Verbindung vorhersagen zu können. Die Berechnung der Klebeverbindung erfolgt mittels Inputdaten aus der FEM-Strukturanalyse. Die erforderlichen Eingangswerte sollen durch einen effizienten Versuchsplan mit Hilfe von einschnittig überlappten Klebeverbindungen, Mixed-Mode-Bending- sowie Arcan-Versuchen generiert werden.

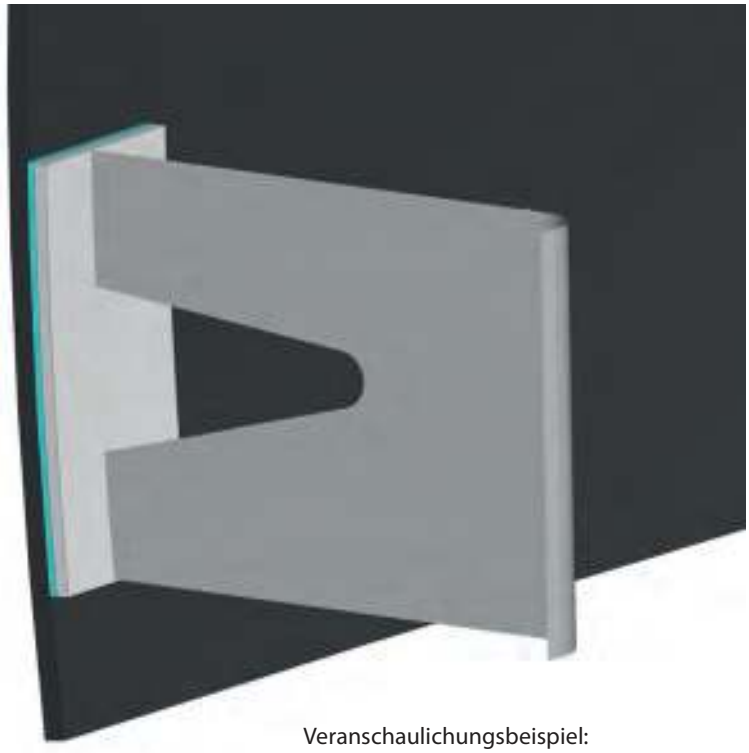
Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer praxistauglichen Berechnungsmethode sowie eines automatisierten Berechnungstools zur Lebensdauerprognose von Klebeverbindungen in Faserverbundstrukturen.

ar engineers
Hamburg

Projektpartner / *Partner:*
ar engineers GmbH

ZIM
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

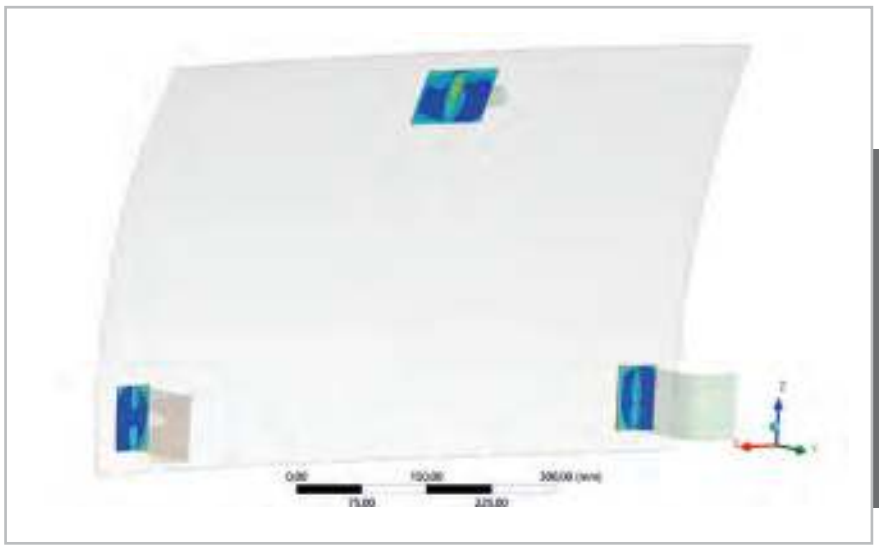


Veranschaulichungsbeispiel:
Stahlwinkel geklebt an FKV-Schale

Illustration example:
Steel angle bonded to FRP shell

Das Projekt „Fatigue-Analyse und Testverfahren zur Auslegung von Klebeverbindungen“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen KK5003702EB0).

FAnTeStick – Fatigue Analysis and Test Procedures for the Design of Bonded Joints



Von-Mises Spannungen in der Klebschicht im Veranschaulichungsbeispiel

Von-Mises stresses in the adhesive layer in the illustration example

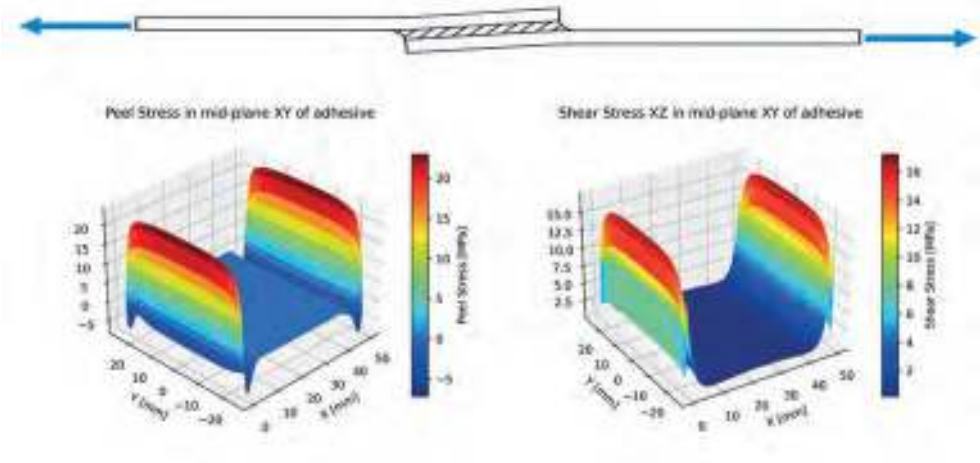
Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

Adhesive bonding is one of the most promising joining techniques with lightweight potential, especially for load-bearing structures made of fiber-reinforced composites. Since bonded joints are often statically indeterminate systems, the design of quasi-static systems is already a challenge. The fatigue behavior of bonded joints is currently determined using quasi-static approaches with empirical reduction factors, whereby hardly any experimental results are available with regard to fatigue behavior. As part of the FAnTeStick research project, a method is to be developed to determine the strength of purely adhesive bonds at the load application points in the fiber composite material. Both multi-axial stress conditions and simplified cyclic loads are to be taken into account in order to predict the fatigue behavior of the joint. The bonded joint is calculated using input data from FEM structural analysis. The required input values are to be generated by an efficient test plan using single-lap shear tests, mixed-mode bending- as well as Arcan-tests.

The aim of the project is to develop a practical calculation method as well as an automated calculation tool for the prediction of fatigue of bonded joints in fiber composite structures.



Oben: Schematische Darstellung einer einschnittig überlappten Klebeverbindung
Unten links: (Beispielhafte) Schälspannungen in der Fügezone
Unten rechts: (Beispielhafte) Schubspannungen in der Fügezone

Top: Schematic representation of a single-lap shear sample
Bottom left: (Exemplary) peel stresses in the joining zone
Bottom right: (Examplary) shear stresses in the joining zone

The project "Fatigue Analysis and Test Procedures for the Design of Bonded Joints" is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision of the German Bundestag (funding reference KK5003702EB0).

thomas.pfaff@ivw.uni-kl.de

Fixter – Entwicklung von Sternumverschluss-Implantaten (PEEK)



Thomas Pfaff

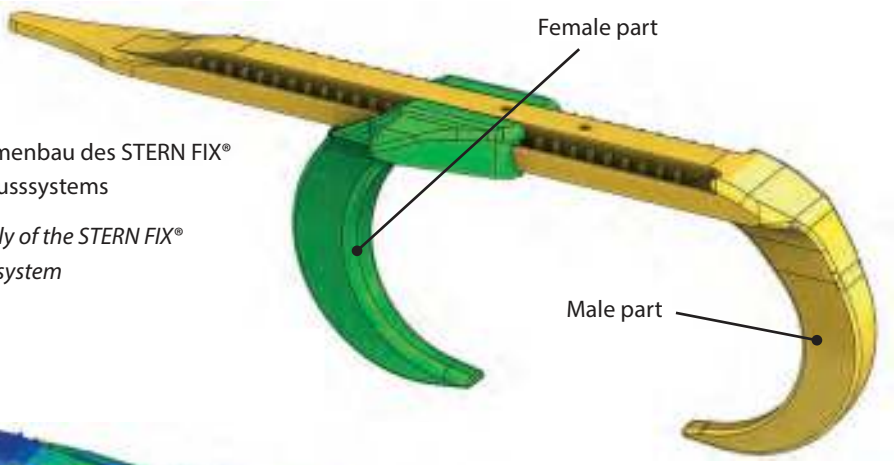
Die mediane Sternotomie ist ein chirurgisches Standardverfahren zum Zugang zur Herz-Thorax-Kavität, beispielsweise bei Operationen am offenen Herzen. Dabei muss ein vertikaler Einschnitt entlang des Brustbeins erfolgen. Sobald die Operation abgeschlossen ist, müssen die beiden Brustbeinhälften erneut zusammengebracht und auf sichere Weise fixiert werden. Nur so ist eine ausreichende Knochenheilung und Erholung des Patienten sichergestellt. Bestehende Lösungen zur Stabilisierung der Brustbeinhälften können in zwei Gruppen aufgeteilt werden. Zum einen existieren starre Fixierungen, welche infolge ihrer robusten Bauweise eine aufwändige Applikation durch den Chirurgen und damit höhere Kosten erfordern. Zum anderen werden vergleichsweise kostengünstige Drahtlösungen eingesetzt, welche jedoch beispielsweise bei Hochrisikopatienten aufgrund ihrer schlechteren Fixierung nicht eingesetzt werden können. Das STERN FIX® Verschlusssystem kombiniert daher die Vorteile bestehender, metallischer Lösungen durch eine technologische Neuentwicklung in Kunststoffbauweise. Kernpunkte sind dabei seitens des IVW die Entwicklung und Auslegung des Verschlusssystems mittels Finite Element Methoden. Der Projektpartner NEOS kümmert sich dabei um die Entwicklung eines Fertigungsprozesses zur Herstellung erster Prototypen. Zugleich wird eine Prüfzelle zur biomechanischen Beurteilung des kompletten Verschlusssystems vom Projektpartner SpineServ aufgebaut.

Ziel des Projektes war die Entwicklung eines kostengünstigen, einfach zu handhabenden Verschlusssystems in Kunststoffbauweise, welches durch eine starre Fixierung die Vorteile am Markt verfügbarer Lösungen zum Heilungsprozess des Sternums nach einer Operation vereint.

Projektpartner / *Partners:*
NEOS Surgery S. L.
SpineServ GmbH & Co. KG

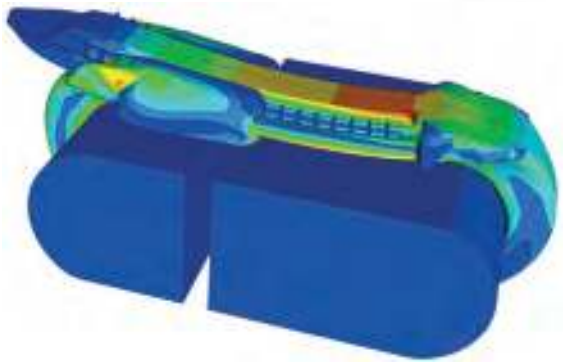
ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Zusammenbau des STERN FIX® Verschlusssystems

Assembly of the STERN FIX® closure system

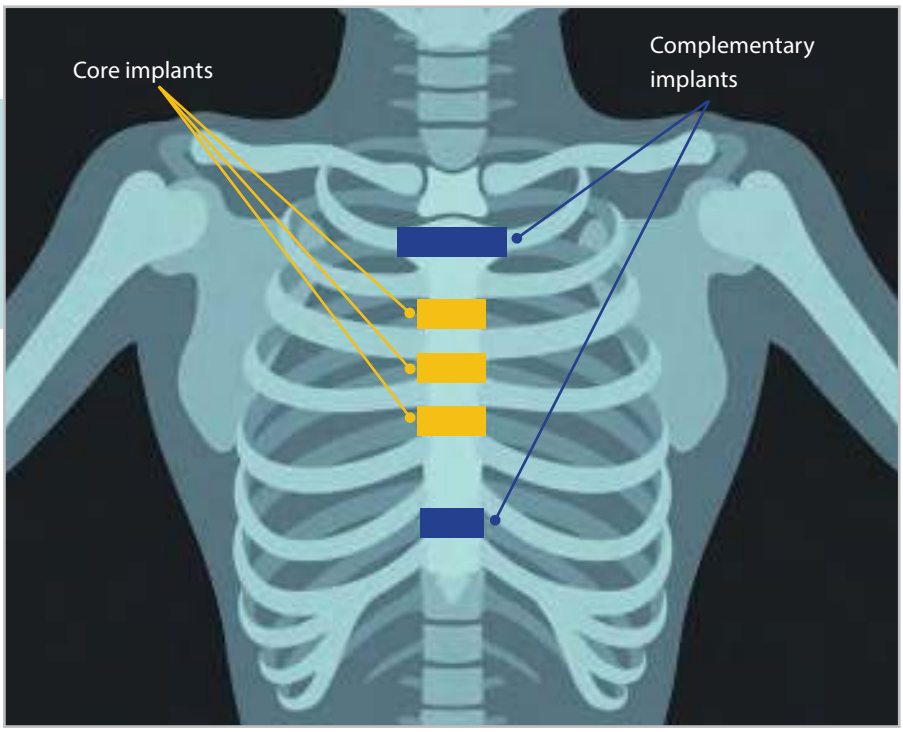


Spannungsverteilung des STERN FIX® Verschluss-systems

Stress distribution of the STERN FIX® closure system

Das EUREKA Projekt „Fixter – Entwicklung eines einfach zu handhabenden, kostengünstigen und robusten Kunststoff-Hybrid-Implantants zum Sternumverschluss“ wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052324AJ8).

Fixter – Development of Sternal Closure Implants (PEEK)



Schematische Darstellung des STERN FIX® Verschlusssystems

Schematic view of the STERN FIX® closure system

The median sternotomy is a standard surgical procedure to access the cardiothoracic cavity, for example in open heart surgery. Therefore, a vertical incision must be made along the sternum. Once the operation is complete, the two halves of the sternum must be brought together again and securely fixed in place. This is the only way to ensure adequate bone healing and recovery of the patient. Existing solutions for stabilizing the sternum halves can be divided into two groups. On the one hand, there are rigid fixations which, due to their robust design, require complex application by the surgeon and thus higher costs. On the other hand, comparatively affordable wire solutions are used, which, for example, cannot be used for high-risk patients due to their poorer fixation. Therefore, the STERN FIX® closure system combines the advantages of existing, metallic solutions by a new technological development in plastic design. IVW focuses on the development and design of the closure system using finite element methods. The project partner NEOS takes care of the development of a manufacturing process for the production of first prototypes. At the same time, a test cell for biomechanical evaluation of the complete closure system will be set up by the project partner SpineServ.

The aim of the project was the development of a cost-effective, easy-to-use closure system in plastic, lightweight construction, which combines the advantages of solutions available on the market for the healing process of the sternum after surgery by means of a rigid fixation.

EUREKA innovation across borders

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

The EUREKA project "Fixter – Development of an easy to handle, affordable and robust hybrid-plastic implant for sternal closure" was funded by the Ministry for Economics and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052324AJ8).

max.kaiser@ivw.uni-kl.de

Formadaptives Tragflächenprofil für ein Kleinflugzeug



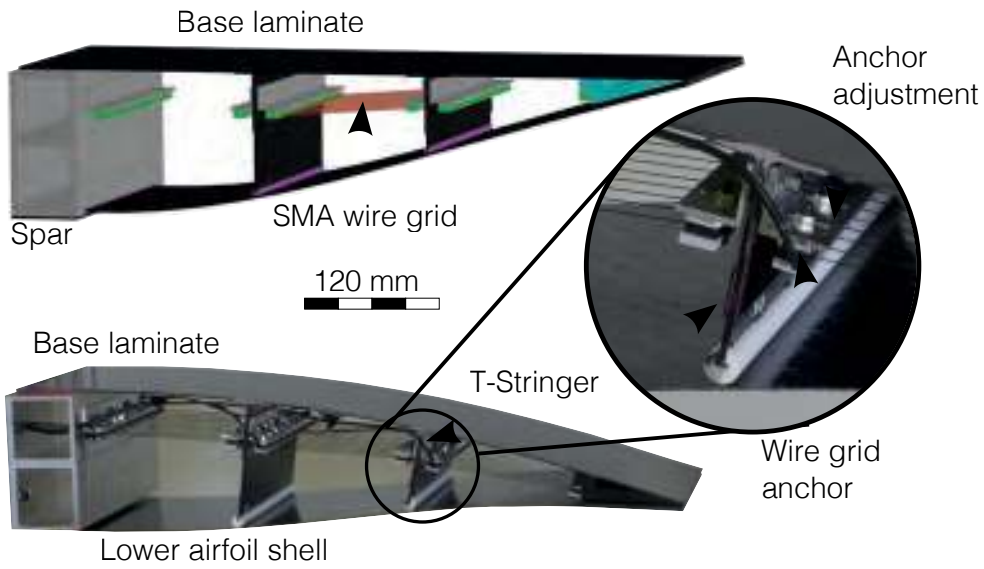
Max Kaiser

Adaptive Tragflächenprofile erweitern die Möglichkeiten bei der Entwicklung energieeffizienter Luftfahrzeuge. Aufgrund der hohen gewichtsbezogenen Leistungsdichte sowie eines ausreichend großen Vertellwegs eignen sich Shape Memory Alloy Hybridkomposite (SMAHC) besonders für die Umsetzung solcher Systeme in der Luftfahrt. Metallische Formgedächtnislegierungen können mit Polymeren Verbundwerkstofflaminaten kombiniert werden, um solche hybride Verbunde zu bilden. Die Möglichkeiten der flächig verteilten Integration der Aktuatorik ermöglichen Systeme mit geringer Komplexität (Geringe Anzahl an Komponenten, sowie Reduzierung des Funktionsumfangs der Einzelkomponenten) und verhindern punktuelle Lasteinleitungen und damit verbundene Spannungsspitzen. Die aktive und thermisch initiierte Steuerung dieser Aktuatoren erfolgt durch elektrische Bestromung und dem damit verbundenen Joule'schen-Wärmeeintrag. Diese Art der Betätigung ist jedoch mit einem geringen Wirkungsgrad verbunden. Für den wirtschaftlichen Betrieb derartiger Systeme müssen diese ganzheitlich auf die Anwendung hin optimiert werden. Es ist daher unabdingbar, bereits in der Konzeptphase den Einsatz solcher Systeme unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit zu betrachten.

Im Rahmen dieses Projekts wurde ein SMAHC-System unter dem Gesichtspunkt der Effizienz entworfen, konstruiert und implementiert.

Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe (WIWeB)

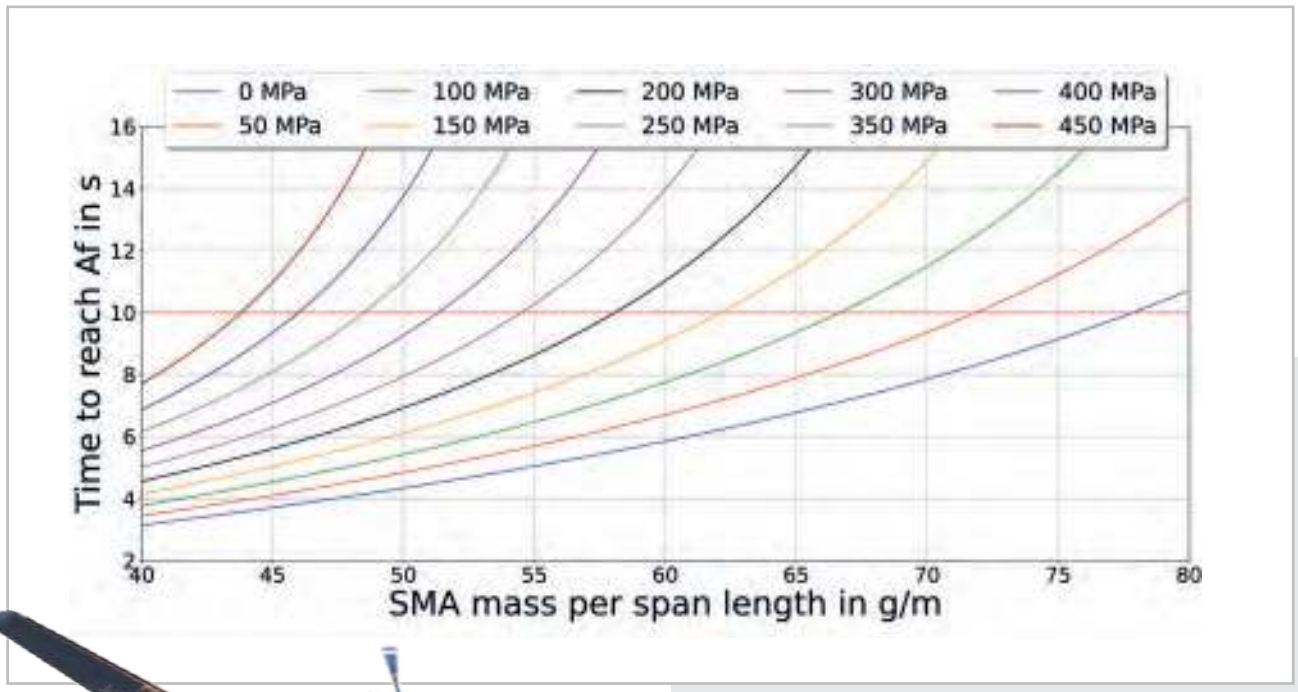
Projektpartner / *Partner:*
Wehrwissenschaftliches Institut
für Werk- und Betriebsstoffe (WIWeB)



Demonstrator einer adaptiven Hinterkante nach dem SMAHC-Prinzip;
Oben: Computergestützte Konstruktion des Prototyps, die funktionale Baugruppe bilden das Grundlaminat zusammen mit den FGL-Gittern
Unten: Realisierter Aufbau mit einem der T-Stringer in der Detailansicht

Demonstrator of an adaptive trailing edge based on the SMAHC principle;
Top: Computer-aided design of the prototype, the base laminate together with the FGL grids form the functional assembly
Bottom: Realized assembly with one of the T-stringers in detail view

Shape Adaptive Airfoil for Small Aircraft





Numerisch ermittelte Dauer bis zum Erreichen der Austenitfinish-Temperatur (Af) und damit der Vollauslenkung des Tragflächenhinterkante aufgetragen über der verwendeten SMA Masse

Numerically determined duration until reaching the austenite finish temperature (Af) and thus the full deflection of the airfoil trailing edge plotted over the SMA mass used

The possibility of using a morphing trailing edge for new energy efficient aerial vehicles to improve aerodynamic efficiency seems promising. Due to the high performance related to the weight, as well as the macroscopic stroke, Shape Memory Alloy Hybrid composites (SMAHC) are particularly suitable for the implementation of such systems in aviation. Shape Memory Alloys can be combined with laminates to form such hybrid composites. The possibility of distributed structural integration leads to systems having reduced complexity (fewer components taking on fewer different functions), and to avoidance of punctual load application. The active and thermally initiated control of these actuators is intrinsically effected by electrical current and the associated Joule heat input. This type of actuation is subject to low efficiency. Such systems can therefore not be operated economically in many cases, since the effort required to operate and actuate these structures is greater than the benefits gained from them. It is therefore essential to take efficiency into account during the concept phase when considering the use of such systems.

In the course of this project, an SMAHC system was designed, constructed and implemented taking into account the efficiency.

Hypersaddle – High Performance Fahrradsattel in Hybridbauweise


Tim Schmidt


Torsten Heydt


Thomas Pfaff

tim.schmidt@ivw.uni-kl.de
torsten.heydt@ivw.uni-kl.de
thomas.pfaff@ivw.uni-kl.de

Die Fahrradkomponente mit dem wahrscheinlich größten Einfluss auf den Komfort ist der Sattel. Ein Großteil des Körpergewichts lastet auf dem sehr sensiblen Sitzbereich des menschlichen Körpers. Dies kann zu verschiedenen Beschwerden, wie z.B. Taubheitsgefühl, Sitzbeschwerden und allgemeinem Diskomfort führen. Abhilfe schafft eine auf die Anatomie zugeschnittene individuelle Sattelform, die den Druck auf unempfindlichere Sitzbereiche verteilt. Zur Individualisierung wird in einem Bike-Fitting Prozess eine Druckverteilung unter Berücksichtigung von Körperhaltung, Sitzposition und Satteleinstellung ermittelt. In einer digitalen Prozesskette wird basierend auf der Druckverteilung das Sattelmodell individualisiert. Eine wirtschaftliche Fertigung dieses Einzelstückes verlangt nach einer flexiblen Prozesstechnologie. Eine derartige Flexibilität wird durch die Vereinigung des klassischen Prepreg-Autoklav-Prozesses mit moderner 3D-Druck-Technologie erreicht.

Dabei wird in einem robotergestützten Legeprozess ein endkonturnaher Vorformling der Satteldecklage aus Tapes (mit Epoxidharz imprägnierte Kohlenstofffaserbündel) gefertigt. Die individuelle Sattelform erreicht der Vorformling im Autoklavprozess mithilfe eines Formwerkzeug mit individualisierten 3D-Druck-Einlegern. Komplettiert wird der Hypersaddle durch ein leichtbauoptimiertes Sattelgestell, in dem unidirektionale Prepreg-Tapes, ein Kohlenstofffaser-Flechtschlauch und ein Schaumkern kombiniert werden. Mit der inzwischen fünften Designvariante wurde nach kontinuierlicher Optimierung ein Sattel-design erarbeitet, das neue Maßstäbe hinsichtlich der Kombination aus Ergonomie und Leichtbau setzen soll.

Durch die Individualisierung des Hypersaddle wird zugleich ein hoher Komfort und eine hohe Leichtbaugüte erzielt.

Gefördert durch:

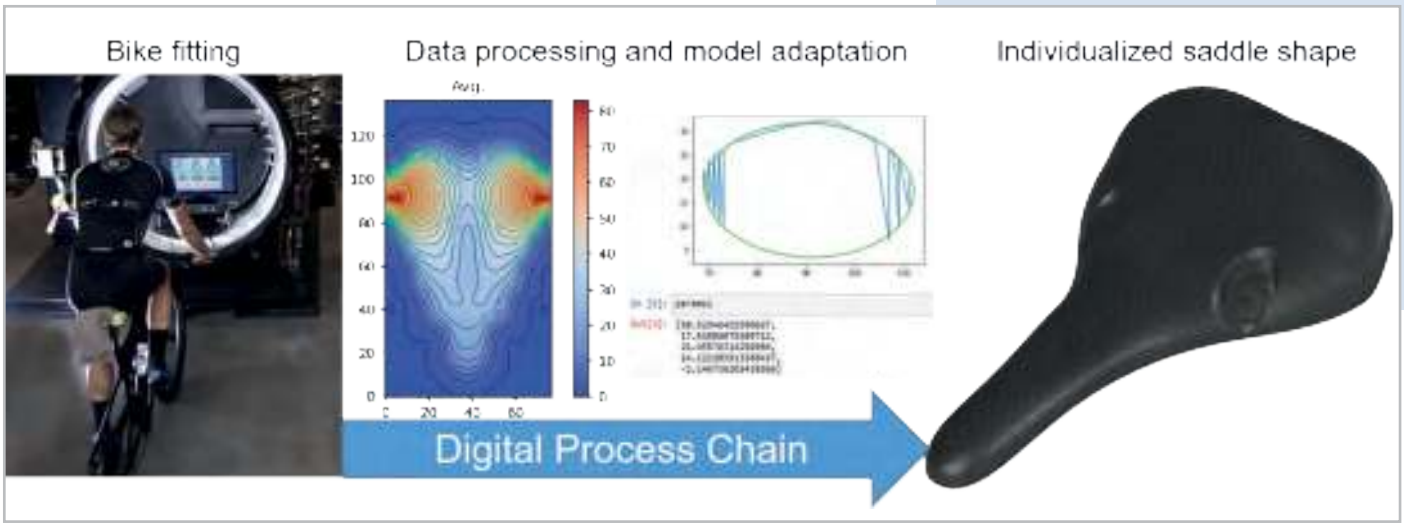
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Die digitale Prozesskette vom Bike-Fitting Prozess bis zum individualisierten Sattel

The digital process chain from the bike fitting process to the individualized saddle



Das Projekt „Hypersaddle – Personalsierter High Performance Fahrradsattel in Hybridbauweise“ wird durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052331RF9).

Hypersaddle – High-Performance Bicycle Saddle in Hybrid Design

Die Evolution der Hypersaddle Prototypen

The evolution of the hypersaddle prototypes



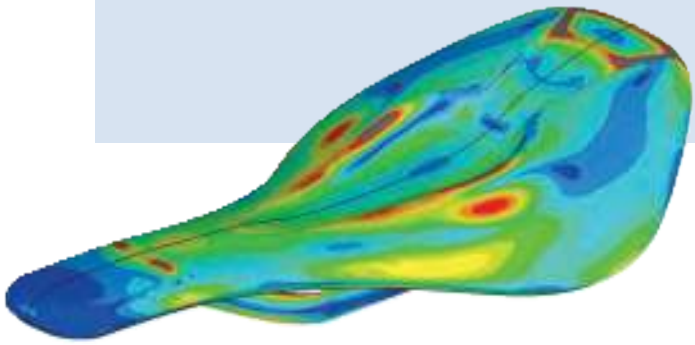
© all ahead composites GmbH

The bicycle component with probably the most influence on comfort is the saddle. A large part of the body weight bears on the very sensitive sitting area of the human body. This can lead to various complaints, such as numbness, sitting pain and general discomfort. The remedy is a saddle shape tailored to the individual anatomy, which distributes the pressure to less sensitive sitting areas. To achieve individualization, a pressure distribution is determined in a bike fitting process by taking into account body posture, seat position and saddle adjustment. In a digital process chain, the saddle model is individualized based on the pressure distribution. An economical production of this individual piece requires flexible process technology. Such flexibility is achieved by combining the classic prepreg autoclave process with modern 3D printing technology. In this process, a near-net-shape preform of the saddle shape is produced from tapes (carbon fiber bundles impregnated with epoxy resin) in a robot-assisted laying process. The preform achieves its individual saddle shape in the autoclave process using a mold with individualized 3D printed inserts. The Hypersaddle is completed by a lightweight optimized saddle rail combining unidirectional prepreg tapes, a carbon fiber braided tubing and a foam core. With the 5th design variant, a saddle design was developed after continuous optimization which is supposed to set new standards regarding the combination of ergonomics and lightweight design.

The individualization of the Hypersaddle enables a high level of comfort as well as lightweight design.

Finite-Elemente-Analyse des Sattelmodells

Finite element analysis of the saddle model



Projektpartner / *Partner:*
all ahead composites GmbH

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag

The project "Hypersaddle – Personalised High-Performance Bicycle Saddle in Hybrid Design" is funded by the central innovation program (ZIM) of the Federal Ministry for Economics and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052331RF9).

HyTraLeicht – Hybride Tragstrukturen für den Leichtbau in Fahrzeugen



Vinay Nagaraj

vinay.nagaraj@ivw.uni-kl.de



Thomas Pfaff

thomas.pfaff@ivw.uni-kl.de

Eine immer wieder auftretende Problemstellung beim Einsatz von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) in Fahrzeugen ist die fasergerechte Art der Einleitung von Lasten in das Bauteil. Dabei ist die Leichtbaugüte der FKV-Struktur wesentlich von der Qualität der Krafteinleitung bestimmt. In diesem Projekt werden neue Ansätze zur Auslegung und Herstellung hybrider, lastgerechter Krafteinleitungen verfolgt. Es gilt dabei, die mit den neuen additiven Fertigungstechnologien verbundenen Freiheiten bzgl. der Designfindung und Herstellung für notwendige Tragstrukturen hinsichtlich des Leichtbaus bestmöglich zu nutzen. So kann beispielsweise eine formschlüssige Verbindung zwischen den metallischen Verbindungselementen und dem Strukturbauteil aus faserverstärktem Kunststoff geschaffen werden. Ebenfalls denkbar ist eine Vergrößerung der Oberfläche durch entsprechende (konstruktive) Gestaltung an den zu fügenden Komponenten. Die beiden Partner „Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik (iMAD)“ und „mawe presstec GmbH“ nähern sich der optimalen Lasteinleitung seitens des 3D-gedruckten metallischen Inlays. Die Schwerpunkte des IVW liegen darin, die Tailored Fiber Placement (TFP)-Strukturen zu optimieren. Statische FE-Simulationen und Topologieoptimierungen dienen dazu Lastpfade sichtbar zu machen, um optimale Faserwege zu generieren. Zusammen mit der Firma „Digel Sticktech GmbH & Co. KG“ werden dazu die Grenzen des TFP-Fertigungsverfahrens ausgelotet. Die Gestaltung sowohl der metallischen Inlays als auch der TFP-Strukturen können nicht unabhängig voneinander betrachtet werden. Ganz im Gegenteil, das Projekt HytraLeicht zeigt mehr und mehr die Wichtigkeit einer engen Zusammenarbeit und Abstimmung.

Ziel des Forschungsprojekts HyTraLeicht ist es durch Kombination des Tailored Fiber Placement (TFP) und der additiven Fertigung metallischer Bauteile (metallischer 3D-Druck) eine optimale Lasteinleitung in einen Faser-Kunststoff-Verbund zu schaffen. Sowohl die Faserablage bei der TFP-Fertigung als auch die additive Fertigung der metallischen Inlays erlauben dabei weitreichende Gestaltungsfreiheiten.

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

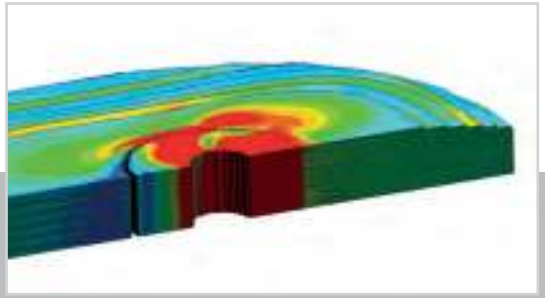
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektpartner / *Partners:*

Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik (iMAD)

Digel Sticktech GmbH & Co. KG

mawe presstec GmbH



Spannungsverteilung in einem FKV-Zugprüfkörper mit einer Variante der metallischen Lasteinleitung (Symmetrie in der FE-Rechnung mehrfach ausgenutzt)

Stress contour in an FRP tensile test specimen with one of the metallic insert variants (Symmetric boundary conditions to cut down computational expenses)

Spannungsverteilung in einem geschichteten Faser-Kunststoff-Verbund-Zugprüfkörper mit metallischer Lasteinleitung

Stress contour in a layered FRP tensile test specimen with load transmission via metallic insert



Das Projekt „HyTraLeicht – Hybride Tragstrukturen für den Leichtbau in Fahrzeugen“ wird durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052329RU9).

HyTraLeicht – Hybrid Structures for Automotive Lightweight Construction

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag



Leichtbau ist bei Fahrzeugen aus Gründen des Umweltschutzes äußerst wichtig

Lightweight construction is extremely important in vehicles because of environmental concerns

A recurring problem in the use of fiber-reinforced plastic (FRP) composites in vehicles is the fiber-specific way of introducing loads into the component. The lightweight quality of the FRP structure is largely determined by the quality of the force application. In this project, new approaches are being pursued for the design and manufacture of hybrid, load-appropriate force introduction systems. The aim is to make the best possible use of the freedom associated with the new additive manufacturing technologies in terms of design and production for the necessary load-bearing structures in terms of lightweight construction. For example, a form-fit connection can be created between the metallic connecting elements and the structural component made of fiber-reinforced plastic. It is also conceivable to increase the surface area by appropriate (constructive) design on the components to be joined. The two partners "Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik (iMAD)" and "mawe presstec GmbH" are approaching the optimal load introduction on the part of the 3D-printed metallic inlay. The main focus of IVW is to optimize the Tailored Fiber Placement (TFP) structures. Static FE simulations and topology optimization are used to visualize load paths in order to generate optimal fiber paths. Together with the company "Digel Sticktech GmbH & Co. KG", the limits of the TFP manufacturing process are being explored. The design of both the metallic inlays and the TFP structures cannot be considered independently of each other. On the contrary, the HyTraLeicht project is increasingly demonstrating the importance of close cooperation and coordination.

The aim of the HyTraLeicht research project is to use a combination of the Tailored Fiber Placement (TFP) and the additive manufacturing of metallic components (metallic 3D printing) to achieve optimum load introduction into a fiber a fiber-plastic composite. Both the fiber placement in TFP manufacturing as well as the additive manufacturing of the metallic inlays allow a wide extensive design freedom.

The project "HyTraLeicht – Hybrid Support Structures for Lightweight Construction in Vehicles" is funded by the Central Innovation Program for SMEs (ZIM) of the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding code ZF4052329RU9).

InjectProfile – Thermoplastische Low-Cost Flugzeug-Profile


Thomas Rief


Dominic Schommer

dominic.schommer@ivw.uni-kl.de thomas. rief@ivw.uni-kl.de

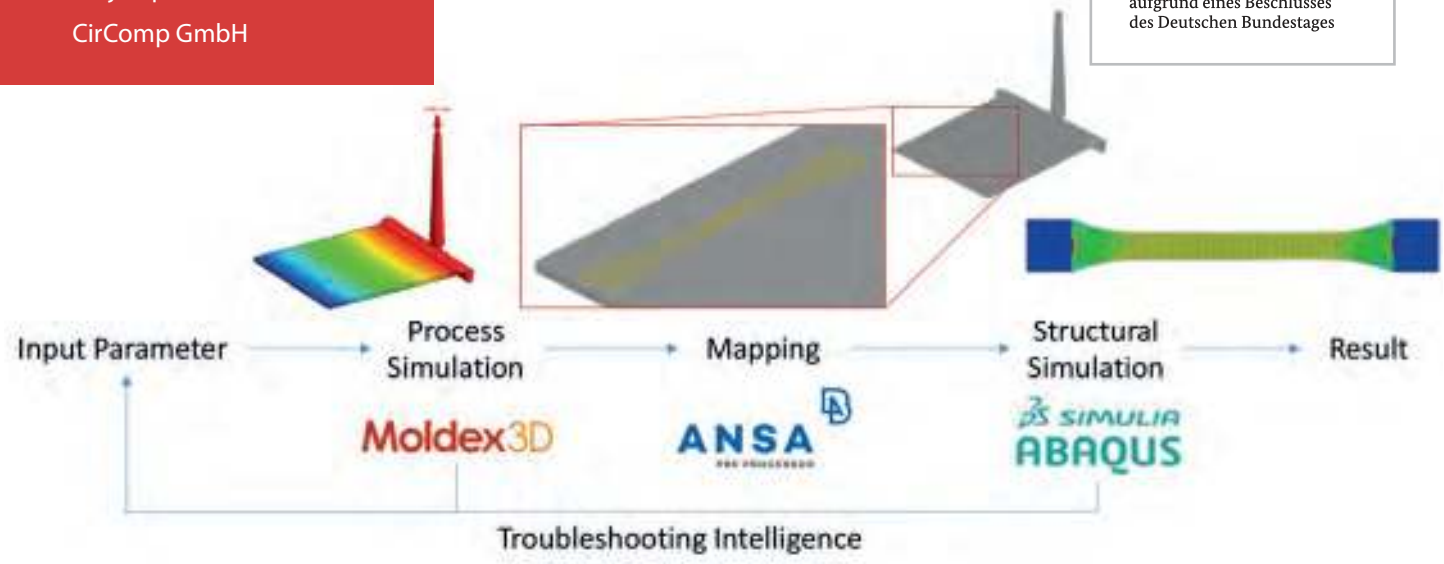
Die Herausforderungen für Faserverbundbauteile im Bereich von Zug-Druck-Streben für den Luftfahrtbereich liegen in der Bereitstellung von Leichtbaulösungen bei geringen Bauteilkosten. Hierbei bieten thermoplastische Halbzeuge vor allem durch die Kombination verschiedener Verfahren eine hohe Flexibilität für Form, Funktion und Materialkombinationen der Strukturen. Durch lokal eingebrachte unidirektionale, endlosfaserverstärkte Einleger können die Zug-Druck-Streben den strukturellen Anforderungen optimal angepasst werden. Im Rahmen des Forschungsprojektes BMWi LuFo InjectProfile wird die hierfür notwendige Prozesskette vom Halbzeug zum Bauteil entwickelt. In einem ersten Prozessschritt werden zunächst endlosfaserverstärkte Einleger hergestellt. Anschließend folgt ein Spritzgießprozess, der sowohl den Einleger als auch weitere Funktionselemente integriert. Dabei wird der Gesamtprozess digital durch Simulationsmodelle abgebildet. Ausgehend von der mittels Topologieoptimierung ermittelten Lage der Endlosfaserverstärkung werden anschließend Spritzgusssimulationen durchgeführt und das Füllverhalten sowie resultierende Faserorientierungen bewertet. Zusätzlich wird die Anbindung zwischen Einleger und Spritzguss durch geeignete Coupon-Prüfungen untersucht. Basierend auf den daraus gewonnenen Erkenntnissen werden Modelle abgeleitet, die in Kombination mit den Messdaten des Prozesses (beispielsweise der Werkzeugtemperatur, Temperatur des Einlegers, etc.) eine hohe Effizienz für diesen bereitstellen.

Das Projekt InjectProfile legt Grundlagen für einen Spritzgieß-Prozess zur Herstellung von thermoplastischen LowCost-Luftfahrtprofilen.

CirComp
A subsidiary of
ALBANY
Engineered Composites

Projektpartner / *Partner:*
CirComp GmbH

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Digitale Prozesskette am Beispiel eines Zugprüfkörpers

Digital Process Chain at the example of a tensile test specimen

Das Projekt „InjectProfile – Entwicklung eines hocheffizienten Prozesses für thermoplastische Faserverbundlaminate zur Herstellung last- und gewichtsoptimierter Luftfahrt-Profile“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20Q1724B).

InjectProfile – High Efficient Processes for Low-Cost Thermoplastic Aircraft Profiles



Flugzeugstreben im Fahrwerk

Airplane profile in the undercarriage

The challenges for fiber reinforced plastics regarding struts for the aviation sector lie within the availability of low-cost lightweight solutions. Thermoplastic semi-finished goods offer a high flexibility in terms of shape, function and material arrangements especially through combining different processes. By the use of locally placed unidirectional continuous fiber reinforced feeders the struts can be optimized for their structural requirements. Within the framework of the research project BMWi LUFO InjectProfile the needed process chain from the semi-finished good to the final product is going to be developed. In a first process step the needed fiber reinforced feeders are manufactured. An injection molding process follows which integrates the feeders as well as further functional elements. Simultaneously the process is depicted digitally by suitable simulations. Starting with a topology optimization, defining the position of the continuous fibers, subsequent injection molding simulations assess the mold filling as well as the resulting fiber orientations. Additionally the bonding between fiber reinforced feeder and short fiber reinforced plastic is investigated by suitable experiments on coupon level. Based on the results of these investigations, models are being derived, which in combination with data of the process (i.e. mold temperature, feeder temperature, etc.) provide a high efficiency.

The project InjectProfile develops the fundamentals for an injection molding process for low-cost thermoplastic aviation profiles.

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag

The project "InjectProfile – Development of a high efficient process for thermoplastic fiber reinforced composite laminates for the manufacture of load and weight optimized aircraft profiles" is funded by the Ministry for Economics and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 20Q1724B).

sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de

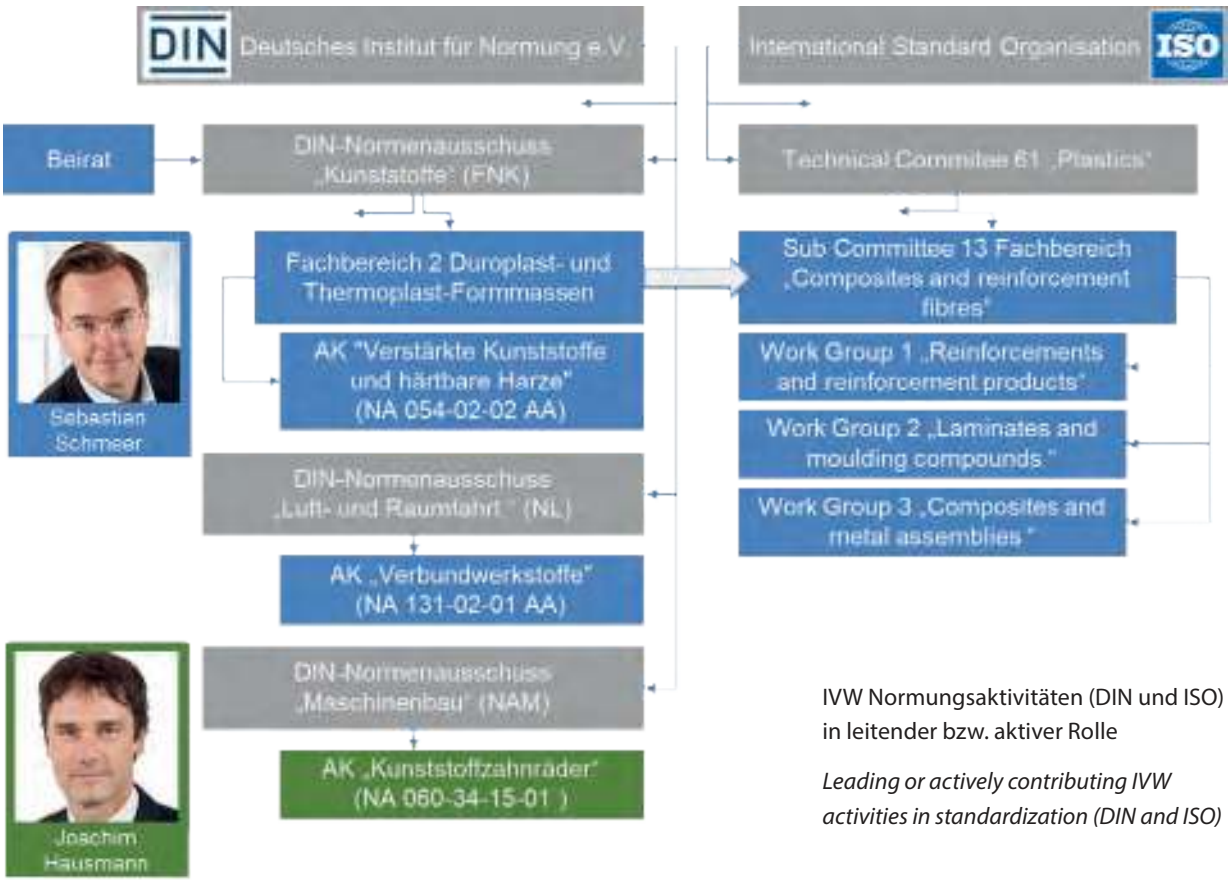
Internationale Standardisierung von Charakterisierungsmethoden



Sebastian Schmeer

Neue Werkstoffe oder Werkstoffentwicklungen erfordern häufig besondere oder angepasste Prüfmethoden. Gleichzeitig verschieben technische Weiterentwicklungen Grenzen z. B. in der Messtechnik. Durch den begleitenden Einsatz von FE-Simulationen können Prüfmethoden besser verstanden und dadurch optimiert werden. Standardisierte Prüfmethoden offenbaren nach Jahren der Nutzung Schwachstellen bzw. Verbesserungspotential oder müssen auf neuartige Werkstoffe adaptiert werden. Das alles sind wichtige Gründe permanent an Standards in der Prüftechnik zu arbeiten, da nur so vergleichbare Werkstoffkennwerte erzeugt und diese Werkstoffe in die Anwendung gebracht werden können. Das IVW hat sich dieser Aufgabe intensiv verschrieben. Unsere Mitarbeitenden arbeiten nicht nur aktiv in nationalen und internationalen Standardisierungsgremien mit, sondern leiten diese auch zum Teil. In dem für Kunststoffe in Deutschland entscheidenden DIN Normenausschuss „Kunststoffe“ (DIN-FNK) ist das IVW Mitglied des Beirates und somit u.a. auch in der Entwicklung von Normenstrategien beteiligt. Ein Beispiel für ein erfolgreiches internationales Normungsvorhaben unter Leitung des IVWs ist die aktualisierte ISO 527-4, bei der ein am IVW neu entwickelter Prüfkörper zur robusten und effizienten Charakterisierung von endlosfaserverstärkten Thermoplasten eingebracht wurde.

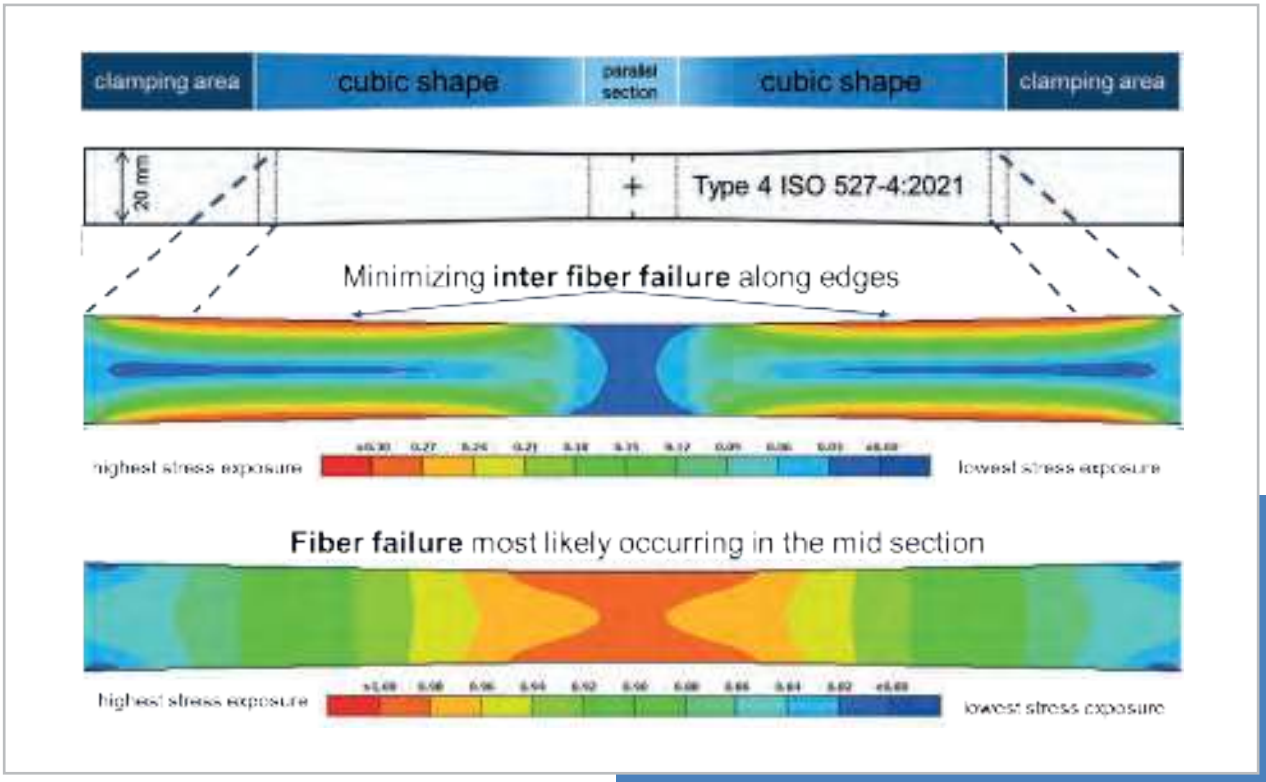
Beispiele für aktuell laufende neue Normungsprojekte unter Leitung des IVWs sind ein ISO-Normenentwurf zur Permeabilitätsmessung von trockenen Textilien und ein ISO-Normenentwurf zur Charakterisierung von Tapes unter Zugbeanspruchung.



IVW Normungsaktivitäten (DIN und ISO) in leitender bzw. aktiver Rolle

Leading or actively contributing IVW activities in standardization (DIN and ISO)

International Standardization of Characterization Methods



Optimierter Prüfkörper zur Charakterisierung der Zugeigenschaften von hochfesten FKV

Optimized specimen for characterizing tension properties of high performance FRP

New materials or material developments often require special or adapted test methods. At the same time, technical developments move boundaries, e.g. in measurement technology. Through the accompanying use of FE simulations, test methods can be better understood and thus optimized. Standardized test methods reveal weaknesses, show potential for improvement after years of use, or have to be adapted to new types of materials. These are all important reasons for permanently working on standards in testing technology, since only in this way comparable material parameters can be generated and these materials be brought into use. IVW has dedicated itself intensively to this task. Staff members are not only actively involved in national and international standardization committees, but are also chair of some of them. In the DIN standards committee "Plastics" (DIN-FNK), which is decisive for plastics in Germany, IVW is a member of the advisory board and thus also involved in the development of standards strategies, among others. An example of a successful international standardization project led by IVW is the updated ISO 527-4, in which a test specimen, newly developed at IVW was introduced for the robust and efficient characterization of continuous fiber reinforced thermoplastics.

Examples of new standardization projects currently under IVW's leadership include an ISO draft standard for permeability measurement of dry textiles and an ISO draft standard for characterization of tapes under tensile stress.

KOBU – rCF-verstärkter Buchenholz-Hybridträger


Christian Becker


Ulrich Blass

christian.becker@ivw.uni-kl.de

ulrich.blass@ivw.uni-kl.de

Die Verwendung von CFK aus Produktionsabfällen und End-of-Life-Produkten in strukturellen und lasttragenden Bauteilen („Upcycling“) ist sowohl ökologisch sowie ökonomisch erstrebenswert. Im Zentrum des Forschungsprojekt KOBU steht die Entwicklung standardisierter, ressourceneffizienter Buchenholz-Hybridträger zur stofflichen Substitution von Stahl- und Stahlbetonträgern. Dies soll durch die signifikante Steigerung der Tragfähigkeit und Steifigkeit möglich werden, indem die Gurte von profilierten Brettschichtholzträgern aus Buchenholz niedriger Qualität (z.B. aus dem Stamminneren) mit Lamellen aus recycelten Kohlenstofffasern (rCFK-Lamellen) verstärkt werden. Dadurch wird eine gerichtete und gezielte Lastaufnahme im Träger erreicht. Basis der Verstärkung bilden Rovings aus rCF-Stapelfasern. Diese werden im Wickelprozess zu Platten verarbeitet, um eine möglichst vorgespannte, unidirektionale Ausrichtung der Fasern zu erreichen. Anschließende mechanische Prüfungen zeigen, dass die Steifigkeits- und Festigkeitswerte mit über 100 GPa und 600 MPa bereits an Anwendungen mit Neufasern heranreichen. Durch Prozessoptimierung und Verbesserung der Faser-Matrix-Anhaftung können die Eigenschaften weiter gesteigert werden und somit der Anteil von CFK im Hybridträger reduziert bzw. die Trägerauslastung gesteigert werden.

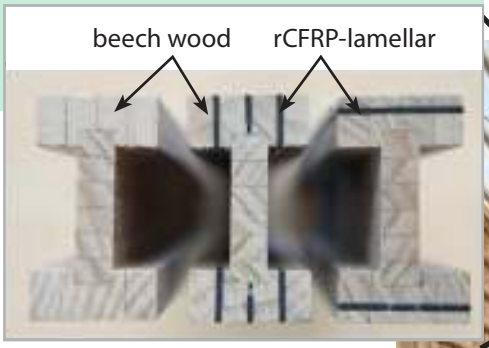
Ziele des Projektes sind die Entwicklung eines ressourceneffizienten Buchenholz-Hybridträgers und die Steigerung der Ökobilanz durch Verwendung von Buchenholz niedriger Qualität und recycelten Kohlenstofffasern.

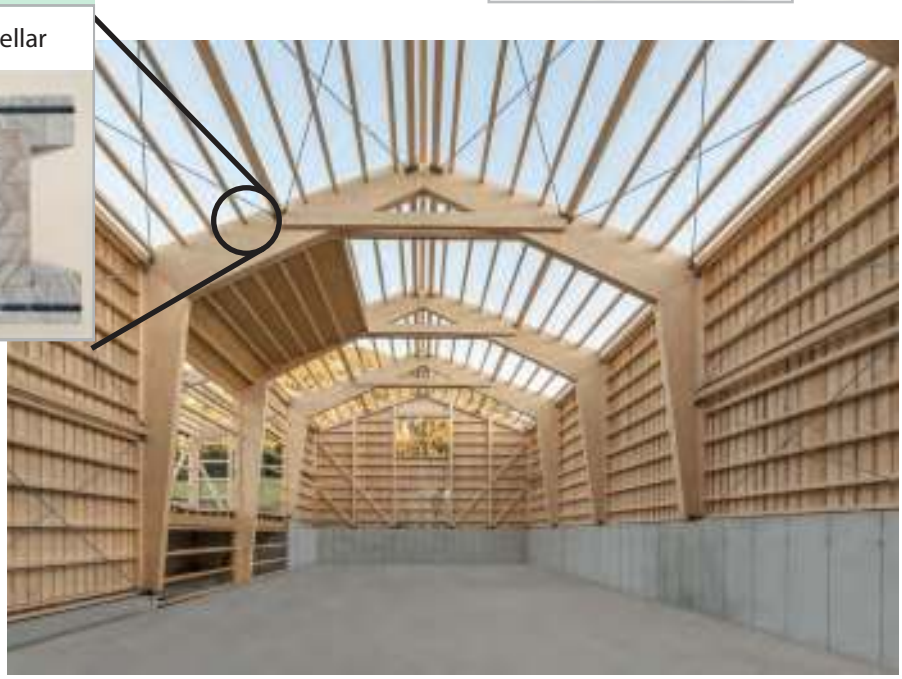
fatuk Fachbereich Architektur Technische Universität Kaiserslautern

Projektpartner / *Partner:*
Fachbereich Architektur
T-Lab-Holzarchitektur und Holzwerkstoffe
der Technischen Universität Kaiserslautern

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V.

Gefördert durch:
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



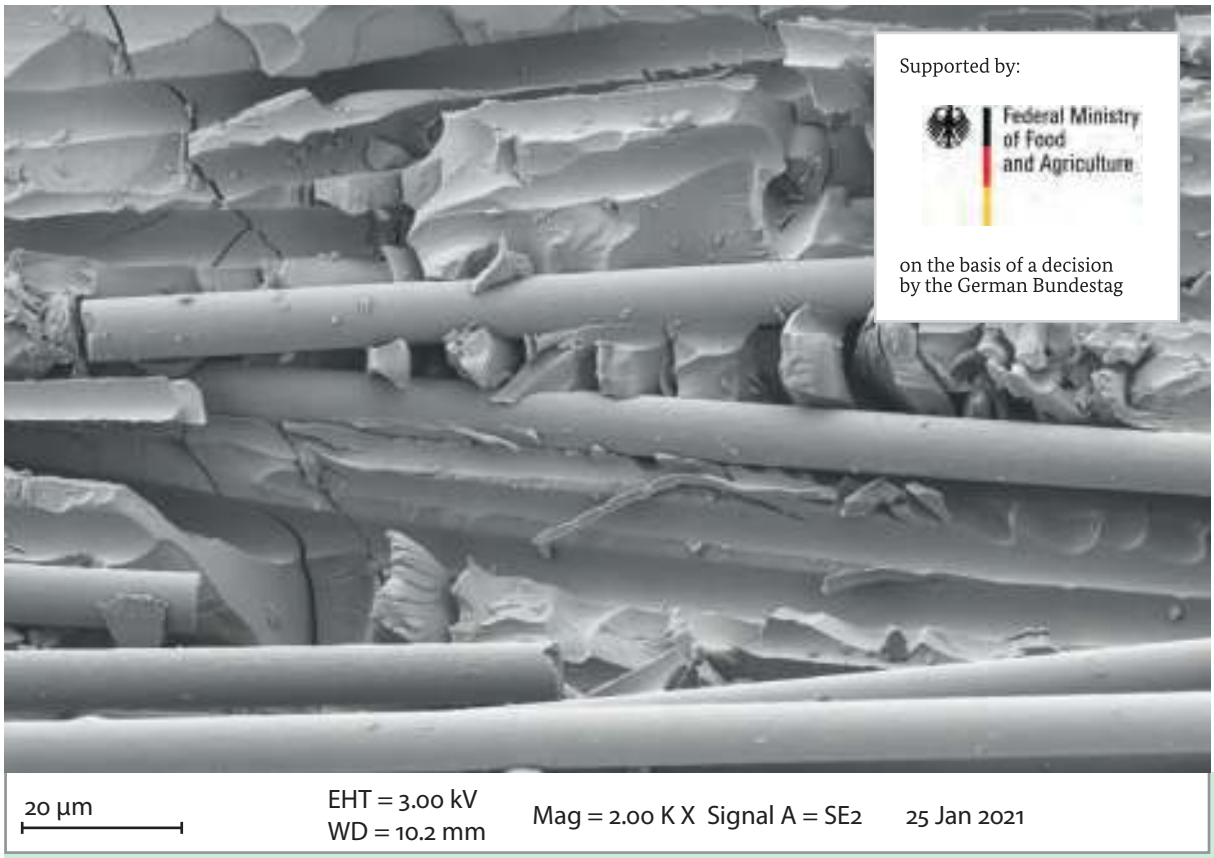


Rechts: Hallendach mit Buchenholz-Hybridträgern
Links: Schematischer Aufbau eines Buchenholz – Hybridträgers mit rCF-Lamellen

Right: Hall roof with hybrid beech wood beams
Left: Schematic structure of a hybrid beech wood beam with rCF-lamellae

Das Projekt „Standardisierte Buchenholz-Hybridträger großer Spannweite – Steigerungspotential von Produktspeicher und stofflicher Substitution durch Buchenholzprodukte niedriger Holzqualität“ wurde durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) im Rahmen des „Förderprogramms Nachwachsende Rohstoffe“ gefördert (Förderkennzeichen 22011118).

KOBU – rCF-Reinforced Beech Wood Hybrid Beam



Bruchfläche einer rCF-Probe: Faserauszug und geringe Faser-Matrix Anbindung sind erkennbar

Fracture surface of a rCF-specimen: fiber pull out and low fiber-matrix adhesion can be seen

For ecological and economic goals, upcycling of End-of-Life products and production waste in structural and load carrying components has to be achieved. Specific target of the project is the development of standardized and resource efficient hybrid beech wood beams to substitute steel and concrete beams. This target is striven by increasing the stiffness and strength of the flanges of I-beams of beech wood of low quality (e.g. from the inside of the trunk) with lamellae made of recycled CFRP (rCFRP-lamellae). This generates a directed load transfer into the beam. Basis of this reinforcement are rovings out of rCF- staple fiber. They are handled through a winding process to gain a pre-stressed and unidirectional alignment of the fibers. Mechanical tests show, that the stiffness and strength of 100 GPa and 600 MPa are close to applications with new fibers. A process optimization and a better fiber-matrix-bonding can increase the properties and would lead to a lower amount of rCFRP content or to a higher workload of the hybrid beam.

The goals of the project are to develop a resource-efficient hybrid beech wood beam and to increase the life cycle assessment by using low-grade beech wood and recycled carbon fiber grade beech wood and recycled carbon fiber.

The project "Standardized Hybrid Beech Wood Beam – Improvement Potential of Product Storage and Substantial Substitution by the Use of Low Quality Beech Wood" was funded by the Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) on the basis of a decision by the German Bundestag within the context of "Funding Program Renewable Resources" (funding reference 22011118).

jan.janzen@ivw.uni-kl.de

MarineCare – Nachhaltige Verbundwerkstoffe für maritime Anwendungen



Jan Janzen

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines nachhaltigen Verbundwerkstoffes mit einem Kern aus recyceltem PET (gewonnen aus Einwegflaschen), mit Decklagen aus recycelten Kohlenstofffasern (rCF) und einem biobasierten Epoxidharz. Dabei sollen durch den Einsatz eines Feststoffharzes auch die bisher eingesetzten Vakuuminfusionsverfahren substituiert werden. Kritisch dafür sind die am IVW zu entwickelnden Prepregs. Für diese werden die rCF-Textilien mit dem Harz in Pulverform vorimprägniert. Die hieraus entstehenden Prepreg-Halbzeuge werden anschließend in Bauteilform abgelegt und nachfolgend in einem ebenfalls vakuumbasierten Prozess final imprägniert und konsolidiert. Wichtig ist hierbei, dass die Textilien nicht – wie sonst üblich – vollflächig, sondern in Musterform imprägniert werden. Die Musterimprägnierung verbessert die Evakuierbarkeit der Prepregs und ermöglicht es, deren Drapierbarkeit gezielt zu steuern. Im Rahmen des Projektes wird der Einfluss verschiedener Muster auf die Verarbeitbarkeit untersucht. In Kooperation mit den Projektpartnern Swiss CMT AG und GREENBOATS GmbH wird mit den neu entwickelten Materialien und Technologien final ein Demonstrator in Form eines Foilboards gefertigt.

Durch neuartige Pulverprepregs werden im MarineCare-Projekt eine hohe Prozessrobustheit und -effizienz erreicht.

Projektpartner / *Partners:*
GREENBOATS GmbH
Swiss CMT AG

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

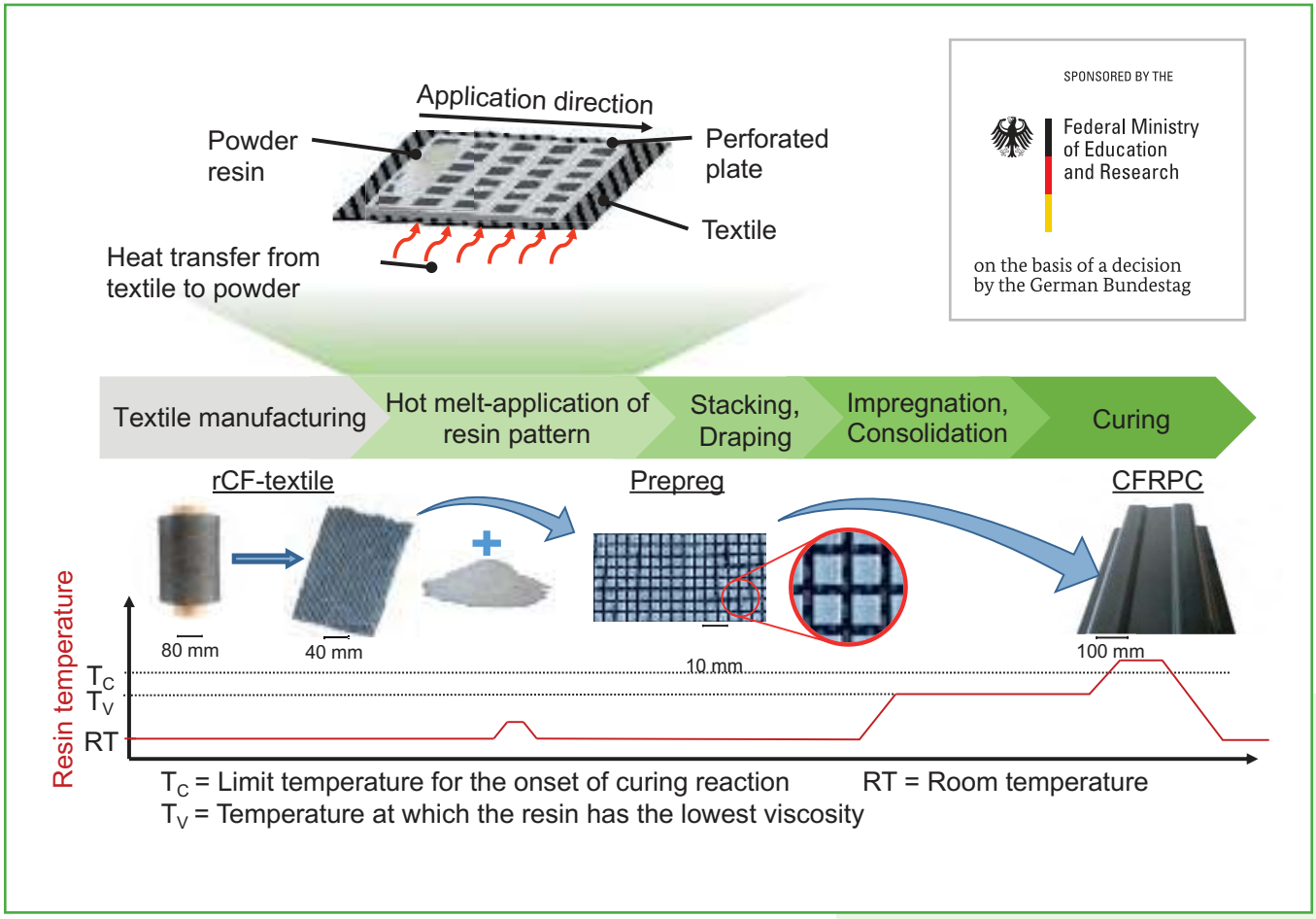
Zusammensetzung des nachhaltigen Verbundwerkstoffes

Composition of the sustainable composite



Das Eurostars Projekt „MarineCare – Nachhaltige Verbundwerkstoffe aus recycelten Kohlenstofffasern und biobasiertem Pulverharz für maritime Anwendungen“ wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 01QE2028C).

MarineCare – Sustainable Composite Materials for Maritime Applications



Neue Prozessroute zur Bauteilherstellung

New process route for part manufacturing

The aim of the project is the development of a sustainable composite material with a core made of recycled PET (obtained from disposable bottles), face sheets made of recycled carbon fibers (rCF) and a bio-based epoxy powder. The application of a solid resin intends to substitute the vacuum infusion process that is currently used. Crucial for this is the development of prepregs at IVW. Here, the rCF textiles are pre-impregnated with the resin in powder form. The resulting prepregs are subsequently placed to a near-net shape preform and then finally impregnated and consolidated in a vacuum-based process. Important here is that the textiles are not equally impregnated over the entire surface – as is common practice – but in form of a pattern. The pattern impregnation improves the evacuability of the prepregs and enables a targeted control of the drapeability. Within the scope of the project, the influence of different patterns on the final impregnation, the evacuability and the drapeability will be investigated. In cooperation with the project partners Swiss CMT AG and GREENBOATS GmbH, a demonstrator in the form of a foil board will finally be manufactured by using the newly developed materials and technologies.

High process robustness and efficiency are achieved in the MarineCare project by novel powder prepregs.

The Eurostars project "MarineCare – Sustainable Composites from Recycled Carbon Fiber and Bio-based Powder Resin for Marine Applications" is funded by the Federal Ministry of Education and Research on basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 01QE2028C).

benedikt.bergmann@ivw.uni-kl.de

MaTaInH2 – Materialeffiziente Industrialisierung von H2-Drucktanks



Benedikt Bergmann

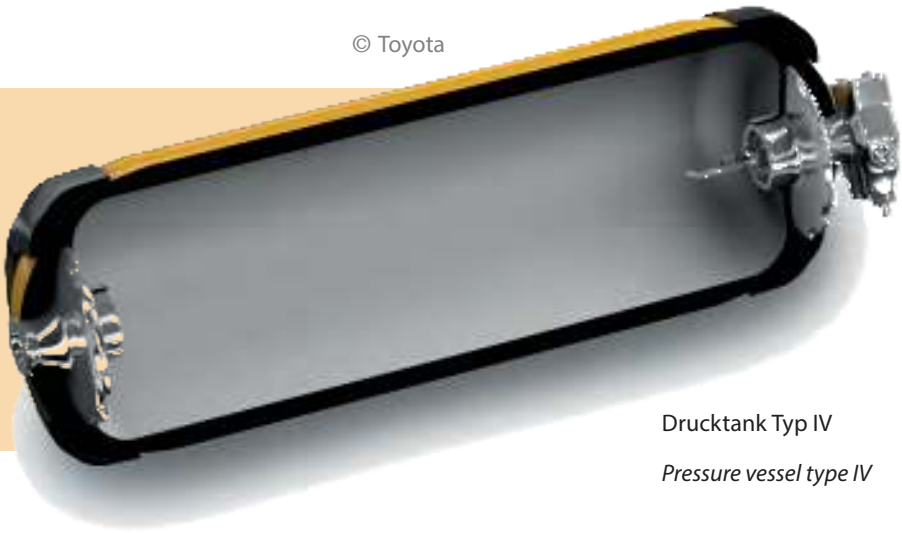
Durch die verstärkte öffentliche Förderung und den einsetzenden gesellschaftlichen Wandel gewinnt die Elektromobilität weitere Anteile an den Neuzulassungen in Deutschland. Hierbei setzen sich vor allem im PKW-Bereich batterieelektrische Antriebe durch. Im gewerblichen Einsatz, speziell im Güterverkehr, konnten sich batterieelektrisch angetriebene Fahrzeuge jedoch noch nicht durchsetzen. Eine Lösung stellt die Brennstoffzellentechnologie in Kombination mit einem Wasserstoffspeicher dar, bei dem der Wasserstoff unter hohem Druck gespeichert werden kann. Der Wasserstoffdrucktank ist somit ein Schlüsselelement der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, insbesondere für hohe Reichweiten. Der hohe Nenndruck von 700 bar sowie die Leichtbauanforderungen für mobile Anwendungen erfordern den Einsatz von Kohlenstofffaserverbundwerkstoffen. Im Rahmen des Projekts MaTaInH2 wird ein Typ-IV Wasserstoff-Drucktank entwickelt und optimiert, der im Wickelverfahren hergestellt und dessen Eigenschaften anschließend validiert werden sollen. Innerhalb des Konsortiums hat das IVW mit der Charakterisierung der Werkstoffe begonnen und ist an der Industrialisierung und Optimierung des Prozesses beteiligt. Um die zukünftigen Anforderungen an das Faserwickeln noch besser zu erfüllen, wird am IVW der bestehende Wickelprozess für die wirtschaftliche Fertigung hoher Stückzahlen optimiert. Zudem sollen die gewonnenen Erkenntnisse aus der Herstellung von Drucktanks dazu genutzt werden, eine Wickelanlage im industriellen Maßstab zu spezifizieren. Abschließend wird eine gesamtheitliche Analyse in Bezug auf die Projekt- und Entwicklungsziele durchgeführt.

In dem 3-jährigen Forschungsprojekt „MaTaInH2“ wird von den Projektpartnern Mahle, der TUM und dem IVW das Ziel der Industrialisierung der Großserienproduktion von Wasserstoff-Drucktanks bei gleichzeitiger Reduktion der Produktkosten verfolgt.

Projektpartner / *Partners:*

Lehrstuhl für Carbon Composites
der Technischen Universität München

MAHLE Filtersysteme GmbH



© Toyota

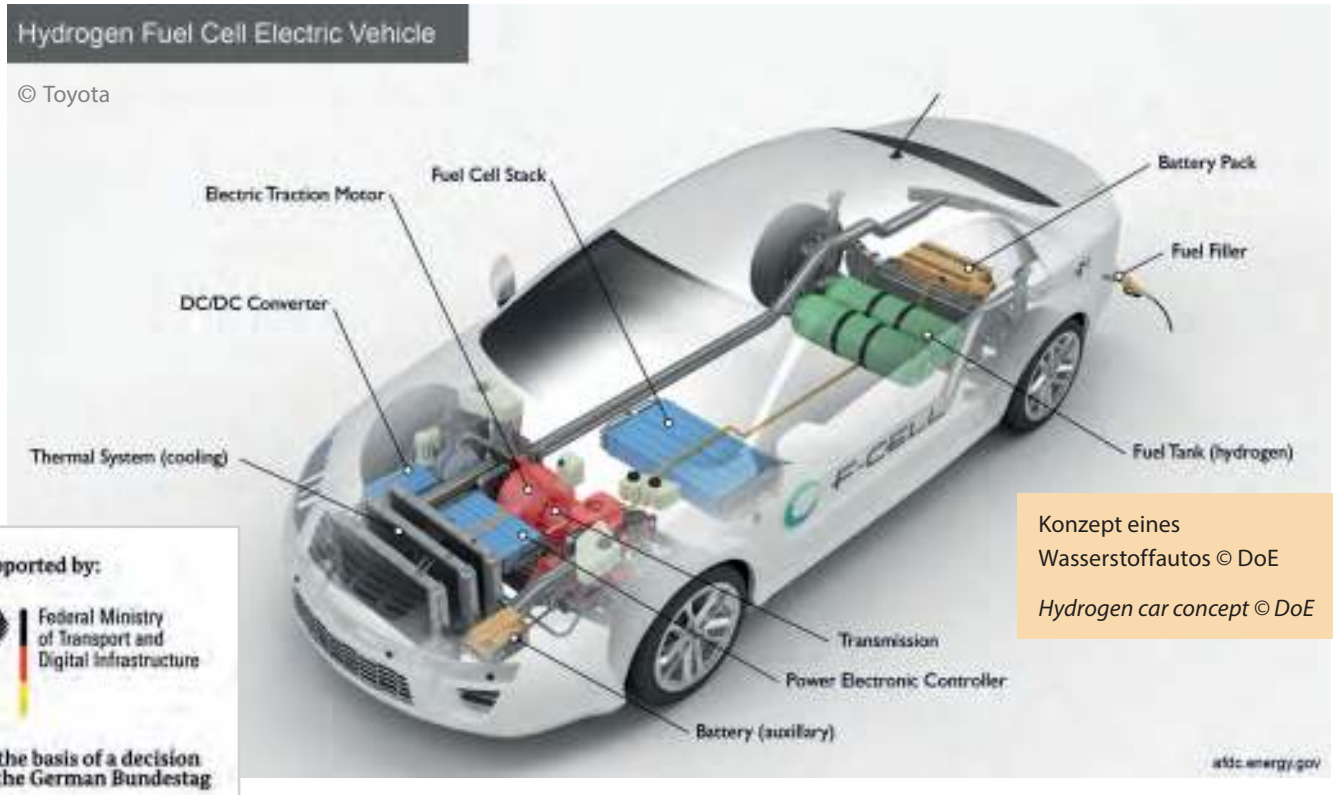
Drucktank Typ IV

Pressure vessel type IV

Gefördert durch:
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das Projekt „MaTaInH2 – Materialeffiziente und taktzeitoptimierte Industrialisierung von H2-Drucktanks“ wird durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Programms „Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase 2 (NIP II)“ gefördert (Förderkennzeichen 03B10111C).

MaTaInH2 – Material-Efficient Industrialization of H2 Pressure Tanks



Konzept eines Wasserstoffautos © DoE

Hydrogen car concept © DoE

Supported by:
Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure
on the basis of a decision by the German Bundestag

Due to increased public funding and the current changes in society, new vehicle registrations of electric cars in Germany are steadily increasing. However, in commercial use, especially in freight transport, battery-electric vehicles have not yet been established. One solution to the storage problem is fuel cell technology in combination with a hydrogen storage tank, in which the hydrogen can be stored under high pressure. The pressurized hydrogen tank is thus a key element of hydrogen and fuel cell technology especially regarding high ranges. The high nominal pressure of 700 bar and the lightweight construction requirements for mobile applications require the use of carbon composite materials. As part of the MaTaInH2 project, a Type-IV hydrogen pressure tank is being developed and optimized, which will be manufactured by using a winding process and whose properties will subsequently be validated. Within the consortium, IVW started the characterization of the materials and is involved in the industrialization and optimization of the process. In order to better meet future requirements for filament winding, the existing winding process at IVW is being optimized for the economic production of large series. Furthermore, the knowledge gained from the production of pressure tanks will be used to specify an industrial-scale winding system. Finally, an overall analysis will be carried out in relation to the project and development goals.

Within the 3 year project "MaTaInH2", the project partners Mahle, TUM and IVW are pursuing the goal to industrialize high volume hydrogen pressure vessels production at reduced product costs.

The project "MaTaInH2 – Material-Efficient and Cycle-Time Optimized Industrialization of H2 Pressure Tanks" is funded by the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) on the basis of a decision by the German Bundestag as part of the program "National Innovation Program Hydrogen and Fuel Cell Technology Phase 2 (NIP II) (funding reference 03B10111C).

jan.rehra@ivw.uni-kl.de

MCFK – Funktionsintegration mit metallischen Endlosfasern

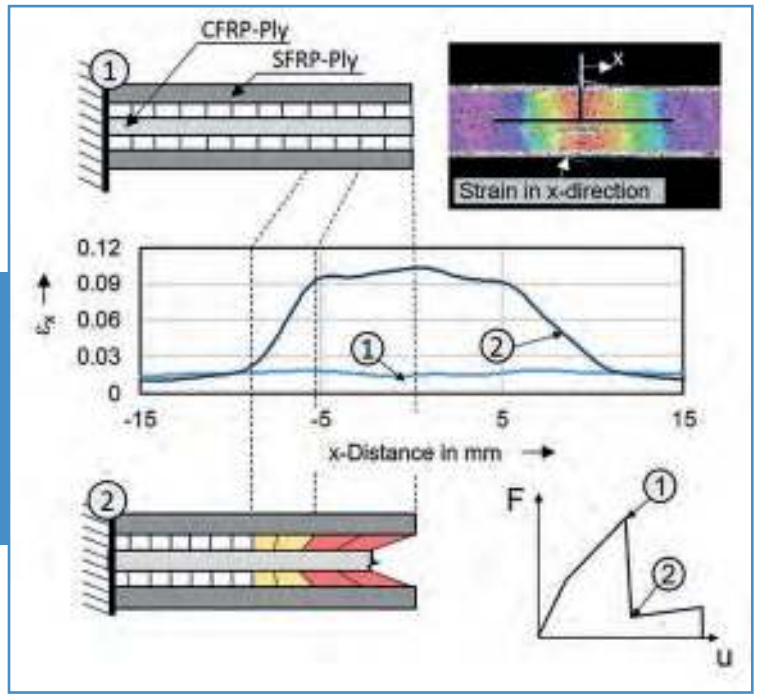


Jan Rehra

Trotz überlegenen gewichtsspezifischen mechanischen Eigenschaften von duroplastischen kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) sind oftmals das spröde Versagensverhalten unter Zug- und Biegebeanspruchungen sowie die daraus resultierend geringe Schadenstoleranz und Strukturintegrität ein Ausschlusskriterium für diese Werkstoffe. Weitere anwendungsbezogene Ausschlusskriterien folgen aus der verglichen mit metallischen Leichtbauwerkstoffen eher geringen elektrischen Leitfähigkeit. Bisherige Untersuchungen zeigen, dass die Integration duktiler Stahlfasern in CFK eine signifikante Verbesserung der Schadenstoleranz und der Crashperformance bei gleichzeitiger Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit ermöglicht. Abhängig vom Anteil der Stahlfasern, ihrer individuellen Eigenschaften, der Laminatarchitektur eines derartigen Hybridlaminats und der angewandten Hybridisierungsstrategie bieten die eingebetteten Stahlfasern aufgrund ihrer hohen Bruchdehnung alternative Lastpfade und ermöglichen so die Lastaufnahme auch nach dem Versagen der spröden Kohlenstofffasern.

Während vorangegangene Untersuchungen das Potenzial dieses Hybridmaterials bewiesen, konzentrieren sich die aktuellen Arbeiten darauf die verschiedenen Mechanismen des Materialverhaltens vor, nach und während des Versagens Kohlenstofffasern zu verstehen und zu beschreiben. Hierfür werden umfangreiche experimentelle Untersuchungen sowie numerische Methoden zur Materialcharakterisierung und -beschreibung angewendet.

Projektpartner / *Partner:*
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH)



Verzerrungszustand direkt vor und nach dem Versagen der Kohlenstofffasern

State of strain directly before and after the carbon fiber failure

Das Projekt „Multifunktionale **M**etall-**C-F**aser-**K**unststoffe (MCFK): Modellierung und Eigenschaftscharakterisierung für schadenstolerante, leitfähige und überwachbare Leichtbauanwendungen“ wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 247753290.

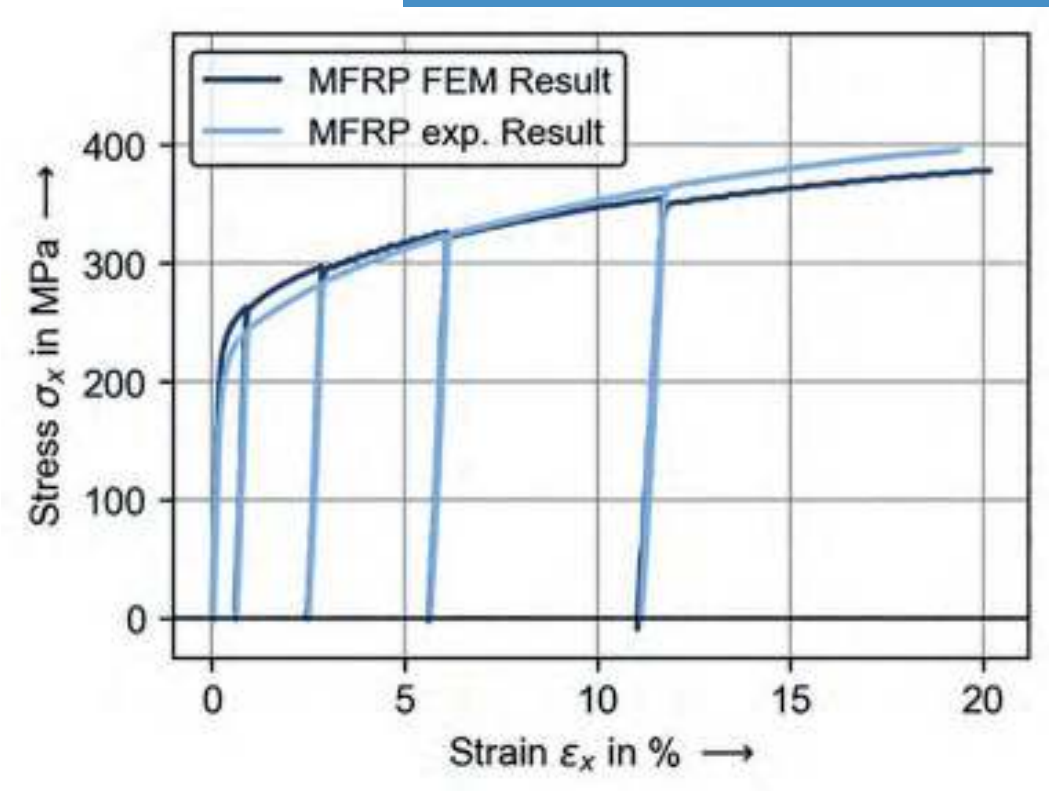
MCFRP – Function Integration Using Metallic Endless Fibers

Despite the superior weight-specific mechanical properties of thermoset carbon fiber reinforced plastics (CFRP), the brittle failure behavior under tensile and bending stresses and the resulting low damage tolerance and structural integrity are an exclusion criterion for these materials. Further application-related exclusion criteria follow from the rather low electrical conductivity compared to metallic lightweight materials. Previous studies have shown that the integration of ductile steel fibers in CFRP enables a significant improvement in damage tolerance and crash performance while simultaneously improving the electrical conductivity. Depending on the proportion of steel fibers, their individual properties, the laminate architecture of such hybrid laminates and the hybridization strategy used, the embedded steel fibers offer alternative load paths due to their high elongation at break and thus enable further load bearing capacity even after the carbon fiber failure.

While previous studies demonstrated the potential of this hybrid material, the current work focuses on understanding and describing the various mechanisms of material behavior before, after and during the failure of carbon fibers. Extensive experimental studies and numerical methods for characterizing and describing materials are used for this.

Vergleich der numerischen Vorhersage und des experimentellen Ergebnisses für einen Laststeigerungsversuch an stahlfaserverstärktem Kunststoff

Comparison of the numerical prediction and the experimental result for a loading and unloading test on steel fiber reinforced plastic



*The project "Multifunctional **M**etal-**C**arbon-**F**iber **R**einforced **P**lastics (MCFRP): Modeling and Material Characterization for Damage Tolerant, Conductive and Monitorable Lightweight Construction Applications" is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) – 247753290.*

andreas.baumann@ivw.uni-kl.de

Mediendichtheit – metallische Durchführungen für Kunststoffgehäuse



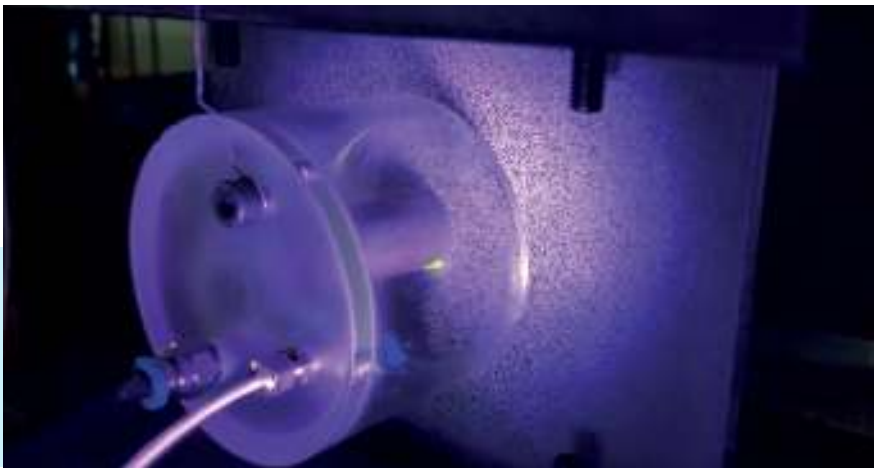
Andreas Baumann

Mediendichte Durchführungen zur elektrischen Kontaktierung, aber auch zur Zu- und Abfuhr von Betriebsstoffen sind wesentlich für den funktionssicheren Einsatz verschiedenster Gehäuse und Behälter des Transportwesens. Die Mediendichtigkeit muss dabei sowohl gegen das Eindringen aber auch Entweichen von Flüssigkeiten unter einem breiten Spektrum von Lastbedingungen gegeben sein. Der zunehmende Fokus auf Ressourceneffizienz bei gleichzeitig kostenoptimierter Konstruktion macht eine vollintegrierte Fertigung hybrider Komponenten aus metallischem Einleger in endlos- oder kurzglasfaserverstärkten Flächenbauteilen attraktiv. Durch die hybride Konstruktion sind keine zusätzlichen Komponenten oder Fertigungsschritte notwendig. Herausforderungen bei Konstruktion und Auslegung betreffen einerseits die geometrische Gestaltung der Durchführung aber auch Prüfung und Qualifizierung des Designs. Die im Projekt verwendeten in-situ Dichtheitsmessungen in Verbindung mit anwendungsnahen Lasten ermöglicht die Identifikation wesentlicher Einflussgrößen auf eine dauerhaft dichtende Verbindung zwischen metallischem Einleger und umgebendem Laminat. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die räumliche Anordnung einer metallischen Durchführung maßgeblich das Leichtbaupotential beeinflusst, da die erreichbare Werkstoffausnutzung durch die Dichtheitsanforderung limitiert wird. Neben Ursache--Zusammenhängen konnten im Projekt gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Kunststofftechnik auch Ansätze zur zielgerichteten Freigabe entsprechender Bauteile hinsichtlich der Dichtheitsanforderung identifiziert werden.

Das Ziel des Projekts war die Entwicklung verallgemeinerter Gestaltungsregeln für metallische Durchführungen in faserverstärkten Kunststoffen, sodass auch unter der Wirkung von Umwelt- und Betriebslasten eine dauerhaft dichtende Verbindung erhalten werden kann.

Projektpartner / *Partners:*
FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.
LKT Lehrstuhl für Kunststofftechnik der FAU Erlangen

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



H2-Dichtheitsmessung mit Lokalisierung und Verifikation durch fluoreszierende Testflüssigkeit

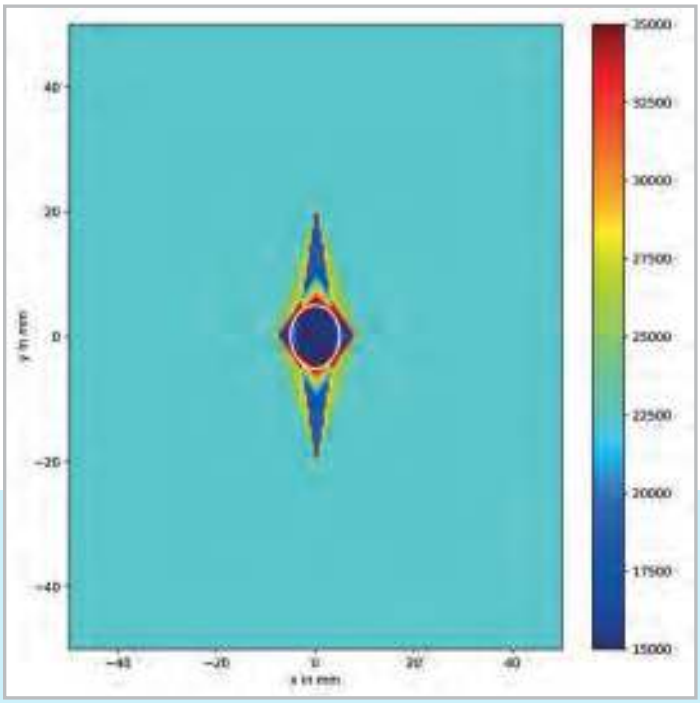
H2-leak detection with localization and verification by fluorescent testing fluid

Das Projekt „Mediendichtheit – Mediendichte metallische Durchführungen für Kunststoffgehäuse/ -behälter unter anwendungsnahen Bedingungen“ wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20298N/2).

Media Tightness – Metallic Feedthroughs in Composites

Media tightness has to be achieved for electrical feedthroughs as well as for working fluids in many components used in the automotive industry. Tightly sealed vessels and casings prevent fluids from leaking and also environmental fluids to get inside the component. These demands should be met under a broad range of service loads and environmental stresses. The rapidly growing need for resource efficient products in combination with lean and cost efficient production processes make hybrid constructions a good choice to achieve both goals. Hybridization is achieved by a metal insert, which is fully integrated into the continuous or short fiber reinforced component, without any additional manufacturing step or seals. To make use of this hybridization, general design principles as well as reliable testing and qualifying procedures must be available. It was possible by the in-situ leak detection und typical loading scenarios to identify basic features of durable leak proof metallic bushings and feedthroughs. From the results, it became clear that the location and design of the metallic insert in the composite could significantly limit the lightweight potential of the component. The reason for this is that the loads to cause leakage are far below the material's strength and therefore a careful design and placement is required. Besides basic design rules, it was also possible to define requirements for the evaluation procedure of such components.

The goal of the project was the development of generalized design rules for durable media tight feedthroughs in fiber-reinforced plastics under service loads.



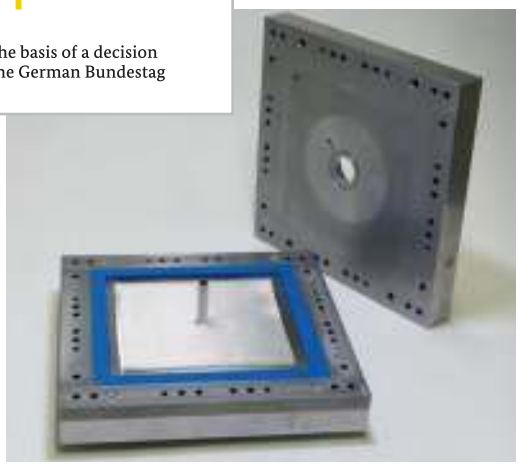
Elastizitätsmodul (E_x in MPa) am Einleger berechnet auf Basis geometrischer Messungen am trockenen Faserhalbzeug als Eingangsgröße in die Finite Elemente Analyse

Tensile modulus (E_x in MPa) calculated from geometric measurements taken on the dry fibers as basis for the finite element analysis

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag



Geöffnetes Resin Transfer Molding Werkzeug mit modularem Einsatz für flexible Einlegergeometrien

Open Resin Transfer Molding tooling with modular design for flexible insert geometries

The project "Media Tightness – Metallic Feedthroughs in Plastic Casings and Vessels under In-Service Loading" was funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 20298N/2).

rolf.walter@ivw.uni-kl.de

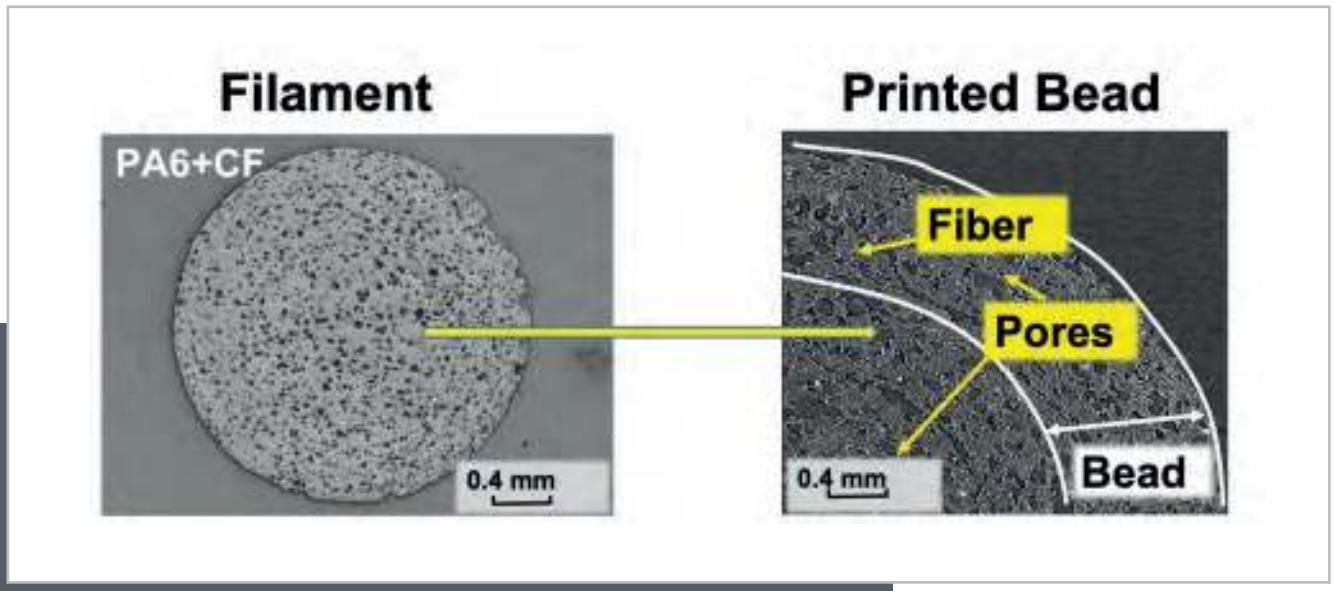
Messung der Filamentqualität für Fused Filament Fabrication (FFF) 3D-Druck



Rolf Walter

Die Qualität additiv gefertigter Bauteile ist entscheidend abhängig von den eingesetzten Werkstoffen. Technisch relevante Anwendungen sind häufig nur durch faserverstärkte Halbzeuge, die effizient durch filamentbasierte Druckverfahren verarbeitet werden können, realisierbar. Eine vollständige Beschreibung der Qualitäts- und Prozesseigenschaften entlang der gesamten Prozesskette ist eine Grundvoraussetzung für reproduzierbare, hochwertige Produkte. Fehlerhafte Filamente, z. B. durch Porositäten, verhindern das die möglichen mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes im Bauteil effektiv ausgenutzt werden. Zur Quantifizierung von faserverstärkten Filamentqualitäten erfolgt eine Erweiterung der Kriterien der Norm ISO/ASTM DIS 52903-1 um spezielle Struktureigenschaften, z.B. Fasergehalt, Faserlängenverteilung, Porosität und eine Messung der 3D-Druckbarkeit mit einem speziell entwickelten Prüfstand. Der Prüfstand besteht aus einer instrumentierten 3D-Drucker-Extrusions- und -Aufschmelzeinheit. Aus der Messung von Filamentkraft und -geschwindigkeit in Abhängigkeit von den Anpresskräften der Antriebsräder, Düsendurchmesser und Düsentemperatur- und Durchflussmengensollwerten werden entscheidende Kennlinien und Parameter für die optimale Steuerung des Druckprozesses abgeleitet. Aus einer gewichteten Zusammenfassung normierter Eigenschaften aus den Kategorien Geometrie, Mechanik und Verarbeitbarkeit lässt sich ein Qualitätsindex für faserverstärkte thermoplastische Filamente ableiten.

Dies ermöglicht quantitative Vergleiche zwischen verschiedenen Filamenten und gibt Hinweise auf Unterschiede zu Eigenschaften konkurrierender Verarbeitungsverfahren, z.B. den Spritzguss.



Schliffbild der inneren Struktur eines angelieferten kurzfaserverstärkten Filamentes und röntgenmikroskopische Charakterisierung einer gedruckten Probe

Polished cross section of the internal structure of a delivered short fiber reinforced filament and X-ray microscopic characterization of a printed sample

Die in dem laufenden Projekt gewonnenen Erkenntnisse, Methoden und Aufbauten werden in bilateralen Industrieprojekten angewendet und kontinuierlich erweitert.

Filament Quality Measurement for Fused Filament Fabrication (FFF) Additive Manufacturing



Am IVW entwickelter Filamentprüfstand

Filament test rig developed at IVW

The quality of additively manufactured components is crucially dependent on the materials used. Technically relevant applications can often only be realized using fiber-reinforced feedstock that can be efficiently processed by filament-based printing processes. A complete description of the quality and process properties along the entire process chain is a basic requirement for reproducible, high-quality products. Imperfect filaments, e.g. porosities, prevent the potential mechanical properties of the material from being exploited in the product. To quantify fiber-reinforced filament qualities, the criteria of the ISO/ASTM DIS 52903-1 standard are extended to include special structural properties, e.g. fiber content, fiber length distribution, porosity, and a measurement of 3D printability using a specially developed test rig.

The test rig consists of an instrumented 3D printer extrusion and melting unit. From the measurement of filament force and velocity as a function of drive wheel contact forces, nozzle diameter, nozzle temperature and flow rate set points, critical characteristics and parameters for optimal control of the printing process are determined. A quality index for fiber-reinforced thermoplastic filaments can be derived from a weighted summary of standardized properties from the categories geometry, mechanics and processability.

This enables quantitative comparisons to be made between different filaments and provides indications of differences from the properties of competing processing methods, e.g. injection molding.

The knowledge, methods and setups gained in the current project are applied and continuously expanded in bilateral industrial projects.

julia.vogtmann@ivw.uni-kl.de

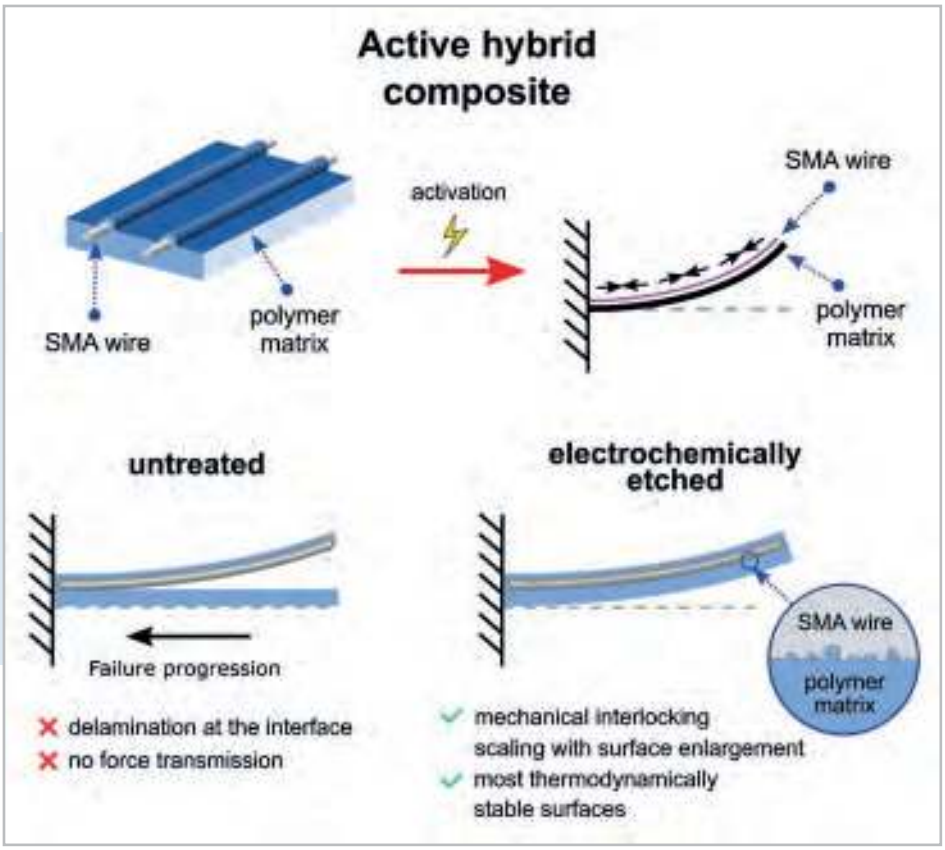
Methodenkombination zur Charakterisierung der Grenzflächenhaftung zwischen FGL-Draht und Polymer



Julia Vogtmann

Aktive hybride Verbundwerkstoffe (HV), die aus einer Kombination von Formgedächtnislegierungen (FGL) und Polymeren bestehen, stellen eine neue smarte Materialklasse dar. Durch die Funktionalisierung auf Materialebene, können z.B. aktive Stellelemente entwickelt werden. Diese eröffnen neue Anwendungsfelder bspw. in der Flugzeug- und Automobilindustrie. Die Biegung des HV wird durch die Kontraktion von elektrisch aktivierten FGL-Drähten ausgelöst, die versetzt zur neutralen Achse des Verbundwerkstoffs angeordnet sind. Die Haftfestigkeit der Grenzfläche bestimmt dabei die maximale Übertragung von mechanischen und thermischen Belastungen. Um diese zu verbessern, wurde die Oberfläche eines-FGL-Drahtes durch selektives elektrochemisches Ätzen strukturiert. Dieses Verfahren ätzt gezielt Bereiche aus der Oberfläche, so dass die thermodynamisch stabilste Oberfläche des FGL-Drahtes entsteht. Der Strukturierungsprozess hat dabei keinen Einfluss auf die Eigenschaften des FGL-Drahtes bei einmaliger Belastung. Zur Beschreibung der strukturierten Oberfläche wurde die digitale Bildkorrelation verwendet. Zur Charakterisierung des Grenzflächenverhaltens auf Schub wird der Pull-Out-Test in Kombination mit Spannungsoptik angewendet. Im Ergebnis erzielten die strukturierten FGL-Drähte eine mehr als dreifache Steigerung der Kraft des Erstversagens im Vergleich zu denen im Anlieferungszustand. Es wurde eine Kombination von Versagensarten (adhäsiv und kohäsiv) festgestellt, die durch mechanische Verankerung verursacht wurden.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung von geeigneten Grenzflächen-Charakterisierungsmethoden und die Optimierung der Grenzflächenfestigkeit zwischen FGL und Polymer mittels Oberflächenmodifikationen.



Schematische Beschreibung der Projektidee

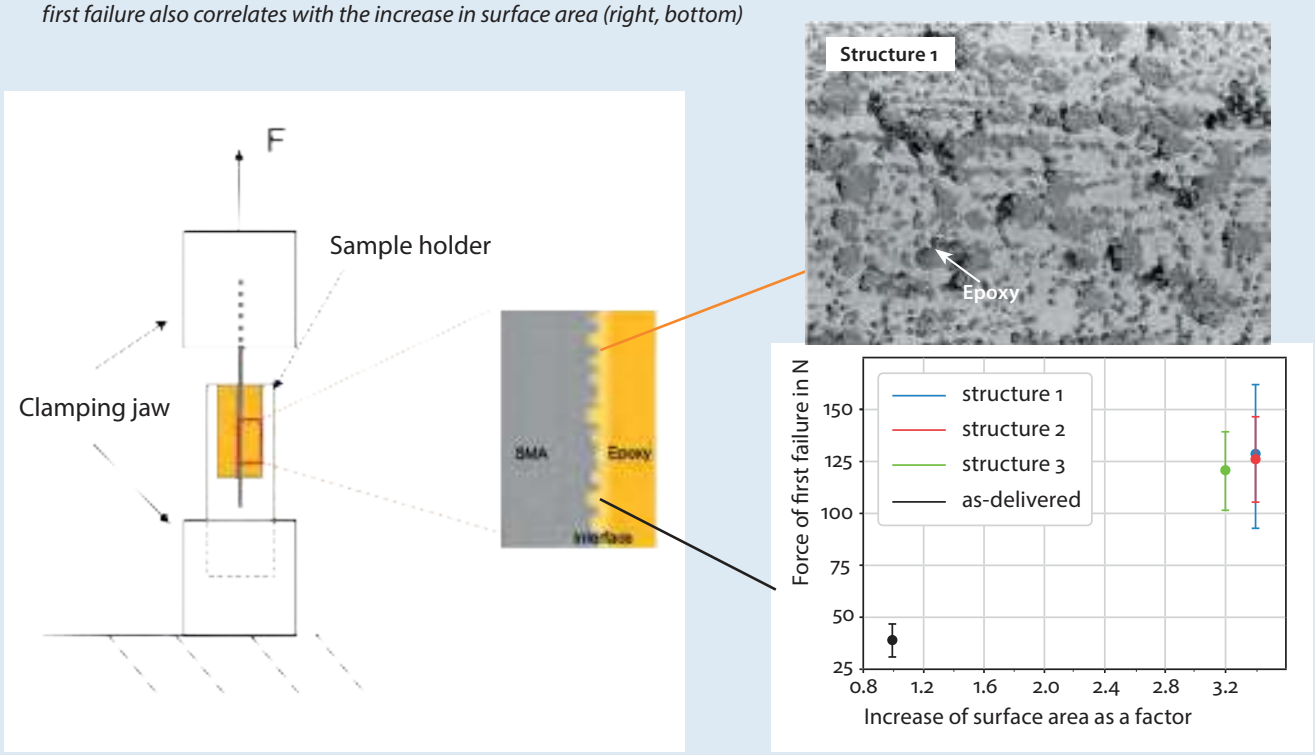
Schematic description of the project idea

Das Projekt „Funktionale intrinsische Hybridverbunde mit aktiven Elementen und strukturierten Metalloberflächen“ wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 404403710.

Multi-Method Approach for Characterization of SMA Wire-Polymer Interface Adhesion

Schematische Beschreibung des pull-out Versuchs (links), REM Aufnahme eines ausgezogenen FGL-Drahtes (Struktur 1) mit Matrixresten in der Struktur (oben rechts), Ergebnisse des pull-out Versuchs für verschieden strukturierte Drähte im Vergleich zum Anlieferungszustandes, die Kraft des Erstversagens korreliert auch mit der Vergrößerung der Oberfläche (rechts, unten)

Schematic description of the pull-out test (left), SEM image of an extracted SMA wire (structure 1) with matrix residues (top right), results of the pull-out test for differently structured wires compared to as-received condition, the force of first failure also correlates with the increase in surface area (right, bottom)



Active hybrid composites (HC) consisting of a combination of shape memory a alloys (SMA) with polymers represent a novel class of smart materials. Enabling a functionalism at a material level to design e.g. bending actuators, opening up new applications fields (e.g. aircraft and automotive industries). The bending of the HC is induced by the contraction of electrically activated SMA wires, which are placed with an offset to the neutral axis of the composite. The mechanical resistance as well as the limitation of the capability of transferring the mechanical and thermal load is determined by the interfacial adhesion strength. In this project, the surface of a NiTi (Nickel titanium) SMA wire was structured by selective electrochemical etching that preferably starts at defect sites, leaving the most thermodynamically stable surfaces of the SMA wire intact. The structuring process does not influence the SMA wire properties for one time activation. Digital Image Correlation was used for description of the structured surface. To characterize the interface adhesion and the behaviour different methods are used and combined, such as the pull-out test combined with stress optics. Consequently, an increase by more than three times of the force of first failure when compared to the as-delivered SMA wires could be measured for the structured SMA wires. A combination of failure modes (adhesive and cohesive) was detected caused by mechanical interlocking through structured surface.

The aim of the project is to develop suitable characterization methods for the interface and to optimize the interfacial strength between SMA and polymer by means of surface modifications.

The project "Functional Intrinsic Hybrid Composites with Active Elements and Structured Metal Surfaces" is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) – 404403710.

maurice.gilberg@ivw.uni-kl.de

nanUVation – Schrumpfarme und UV-härtende Hausanschluss-Inliner



Maurice Gilberg

Die Sanierung von schadhaften Hausanschlussleitungen gestaltet sich wegen der oftmals eingeschränkten Zugänglichkeit, verbauter Rohrbögen und Dimensionswechsel als schwierig. Lösungen zur Sanierung von Schäden an Hausanschlüssen bieten jedoch spezielle Inliner aus Verbundwerkstoffen für grabenlose und zerstörungsfreie Verfahren. Dafür wird ein Schlauch aus Textil mit reaktivem Kunstharz imprägniert und in einem „Inversionsverfahren" mittels Wasser- oder Luftdruck in das Altrohr eingeführt und umgestülpt. Das so entstandene „Rohr-in-Rohr"-System kann anschließend gehärtet werden und dichtet damit die Reparaturstelle ab. In den letzten Jahren machte die Anwendung von UV-härtenden Reaktivharzen im Bereich der Kanalsanierung von Hausanschlüssen rasante Fortschritte. Die dafür eingesetzten UV-härtenden Harze zeichnen sich durch ihre gute Verarbeitbarkeit und eine gezielte schnelle Härtung aus. Als ein zentrales Problem erweist sich jedoch, dass eine Hinterläufigkeit des Systems aufgrund des durch die Härtung bedingten Volumenschrumpfes der UV-Harze sowie eine nicht immer ausreichende Verklebung des Inliners mit den unterschiedlichen Altrohroberflächen nicht ausgeschlossen werden kann. Um trotzdem ein dichtes System zu erreichen, werden aktuell zusätzliche aufwändige Abdichtungsmaßnahmen am Rohranfang, -ende und an den Seitenanschlüssen vorgenommen. Ziel unserer Forschungsarbeit ist daher die Entwicklung von schrumpfarmen sowie verklebenden faserverstärkten Kunststoffen, die die zusätzlichen und aufwändigen Prozessschritte vermeiden, was zu einem schnelleren, risikoärmeren und wirtschaftlicheren Verfahren führt. Dazu wird die thermo-modulierte optische Refraktometrie als neue physikalische Methode eingesetzt. Sie bietet unmittelbaren Zugang zu Messdaten der prozessbedingten Volumenausdehnung bzw. Schrumpfung des Materials.

Projektpartner / *Partner:*
Fluvius GmbH

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das Projekt erforscht und entwickelt schrumpfarme sowie haftende faserverstärkte Kunststoffe für die Applikation als Hausanschluss-Inliner unter UV-Aushärtung.



© Fluvius GmbH

LED-Köpfe in unterschiedlichen Größen
LED-heads in different sizes

Das Projekt „nanUVation – Entwicklung schrumpfreduzierter sowie klebender faserverstärkter Kunststoffe für die Applikation als Hausanschluss-Inliner unter UV-Aushärtung" wird durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052327).

nanUVation – Low-Shrink and UV-Curing House Connection Inliners

© Fluvius GmbH



Vorrichtung zur UV initiierten Streckensanierung

Device for UV initiated track renovation

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

The renovation of damaged house connection pipes is difficult due to the often limited accessibility, installed pipe bends and dimensional changes. However, solutions for rehabilitating damage to house connections are offered by special inliners made of composite materials for trenchless and non-destructive methods. For this purpose, a textile hose is first impregnated by a reactive synthetic resin. Then the semi-finished part is inserted into the to-be-repaired pipe using water or air pressure and turned inside out to be cured. The resulting "pipe-in-pipe" system can subsequently be cured, thus sealing the repair area. In recent years, the use of UV-curing reactive resins in the field of sewer renovation of house connections has made rapid progress. The UV-curable resins, which are used for this purpose, are characterized by their good processability and focused fast curing. However, a central problem has proven to be that a backward running of the system cannot be ruled out due to the volume shrinkage of the UV resins caused by the curing process, as well as a not always sufficient adhesion of the inliner with the different old pipe surfaces. In order to nevertheless achieve a tight system, additional complex sealing measures are currently carried out at the beginning and end of the pipe and at the side connections. The aim of our research work is therefore the development of low-shrinkage as well as adhesive fiber-reinforced plastics that avoid the additional and costly process steps, resulting in a faster, lower-risk and more economical process. Thermo-modulated optical refractometry is used as a new physical method for this purpose. It offers direct access to measurement data of the process-related volume expansion or shrinkage of the material.

The project deals with the development of low-shrinkage and adhesive fiber-reinforced plastics for application as house connection inliners under UV curing.

The project "nanUVation – Development of Shrinkage-Reduced as well as Adhesive Fiber-Reinforced Plastics for Application as House Connection Inliners under UV Curing" is funded by the central innovation program (ZIM) of the Federal Ministry for Economics and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052327).

andreas.kraemer@ivw.uni-kl.de

NaturePerformance – Modellierung der mechanischen Eigenschaften von naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK)



Andreas Krämer

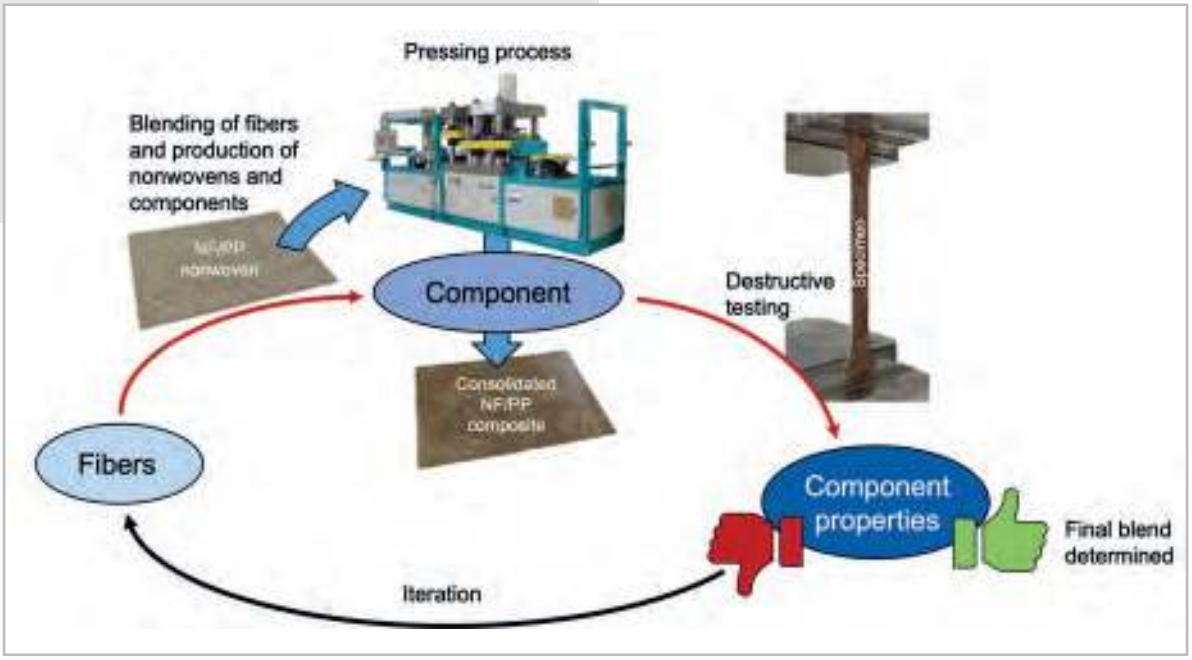
Naturfasern können aufgrund ihrer neutralen CO_2-Bilanz und den geringen Energieaufwendungen bei der Verarbeitung zu naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK) einen wichtigen Beitrag für die Einhaltung von Emissionsgrenzen leisten. Bislang spielen Naturfasern mit einem Marktanteil von < 5 % noch eine geringe Rolle im Gesamtmarkt der faserverstärkten Polymere. Dies liegt unter anderem an den Schwankungen im Eigenschaftsprofil des Naturrohstoffes, der wiederrum die Einhaltung von Qualitätsanforderungen erschwert. Derzeit werden die mechanischen Eigenschaften von NFK-Bauteilen anhand von aufwändigen zerstörenden Bauteilprüfungen ermittelt und die Fasermischung zum Erreichen des Anforderungsprofils iterativ angepasst. Dieses kostenintensive Vorgehen stellt besonders für kleine und mittlere Unternehmen eine Hürde für den Einstieg in den NFK-Markt dar. Im Rahmen des Projektes NaturePerformance wird ein Modell zur Berechnung der realisierbaren Eigenschaften von NFK-Bauteilen anhand von schnell und günstig zu bestimmender Fasereigenschaften entwickelt. Somit sollen die derzeitig übliche iterative Anpassung der Fasermischungen sowie die mehrfache kostenintensive Bauteilprüfung in Zukunft entfallen können. Durch diesen Ansatz werden Einstiegshürden gesenkt und eine größere Markterschließung für NFK ermöglicht.

Industrielle Gemeinschaftsforschung

Stand der Technik:
Mehrfache Iterationsschritte zur Bestimmung der Fasermischung, die auf Bauteilebene zur benötigten Mechanik führt

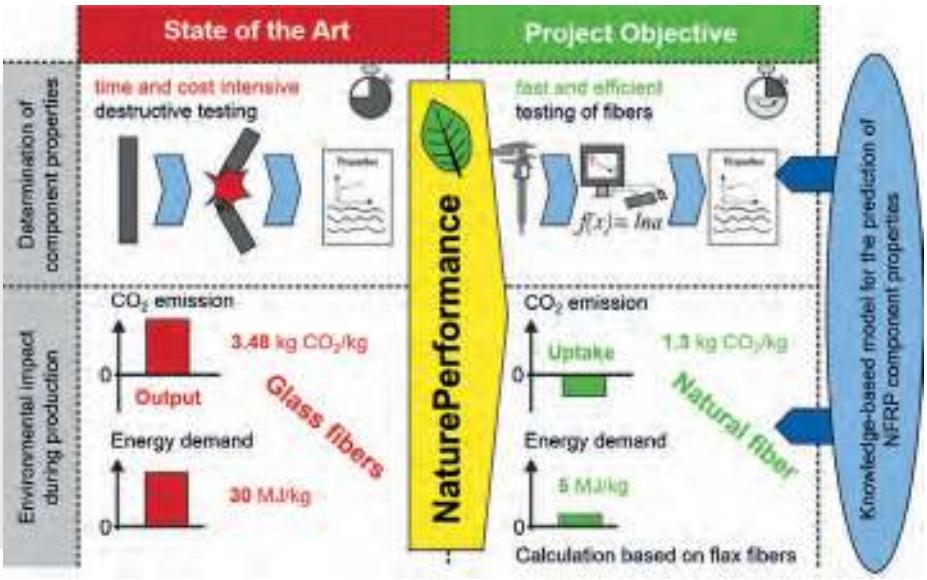
State of the art:
Multiple iteration steps to determine the fiber blend that leads to the required mechanical properties at component level

Die Arbeiten des IVW konzentrieren sich maßgeblich auf die Analyse der Prozessgrößen bei der Verarbeitung von NFK im Thermoformverfahren und deren Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften der hergestellten Bauteile.



Das Projekt „NaturePerformance – Modellierung der mechanischen Eigenschaften von Bauteilen aus naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK)“ wird im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) gefördert (Vorhaben Nr.: 21240 N/2).

NaturePerformance – Modeling the Mechanical Properties of Natural Fiber-Reinforced Polymer (NFRPs)

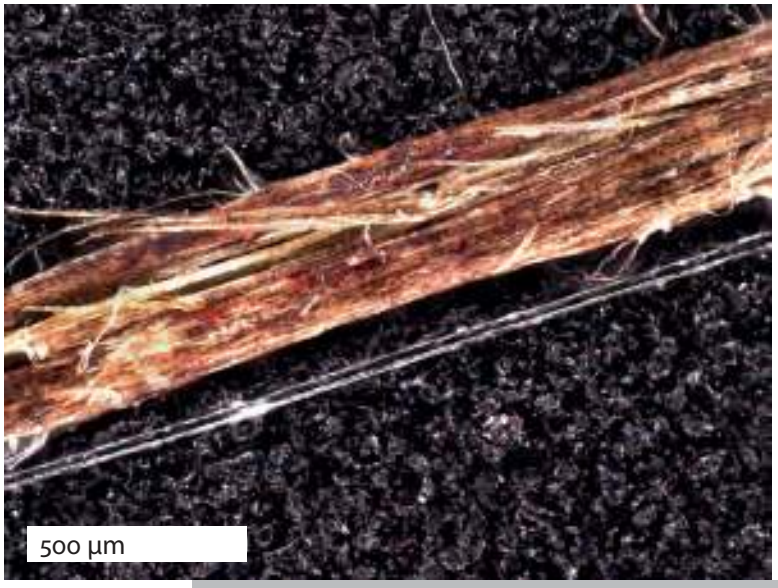


Projektziel NaturePerformance: Effiziente Charakterisierung von NFK auf Faserebene und Reduzierung der CO_2 Emissionen durch den gesteigerten Einsatz von Naturfasern

NaturePerformance project objective: Efficient characterization of NFRP at fiber level and reduction of CO_2 emissions through increased use of natural fibers

Natural fibers can make an important contribution to meeting emission limits due to their neutral CO_2 balance and the low energy expenditures for processing them into natural fiber reinforced polymers. To date, natural fibers have a market share of < 5% and therefore still have a rather minor significance in the overall market for fiber-reinforced polymers. One of the reasons for this are the fluctuations in the property profile of the natural raw material, which in turn makes it difficult to meet quality requirements. Currently, the mechanical properties of NFRP components are determined by means of elaborate destructive component tests. The fiber blend is subsequently adjusted to achieve the requirement profile. This cost-intensive procedure represents a hurdle for entering the NFRP market, especially for small and medium-sized companies. In the NaturePerformance project, a model is being developed for calculating the feasible properties of NFRP components on the basis of fiber properties that can be determined quickly and inexpensively. This will eliminate the iterative adjustment of fiber mixtures, as well as the need for multiple cost-intensive component testing. This approach lowers entry barriers and enables greater market development for NFRPs.

The work of IVW focuses primarily on the analysis of process parameters in the processing of NFRP in the thermoforming process and their influence on the mechanical properties of the manufactured components.



Ausgangsmaterialien zur Mischvliesherstellung: Flachsfaser (oben) und Polypropylenfaser (unten)

Feedstocks for natural fiber based nonwovens: Flax fiber (top) and polypropylene fiber (bottom)

The project "NaturePerformance – Modeling the Mechanical Properties of Components made of Natural Fiber-Reinforced Plastics (NFRP)" is funded under the program for the promotion of joint industrial research (IGF) (Project No.: 21240 N/2).

jan.rehra@ivw.uni-kl.de

Neue Pantographenkonzepte für das eHighway-System



Jan Rehra

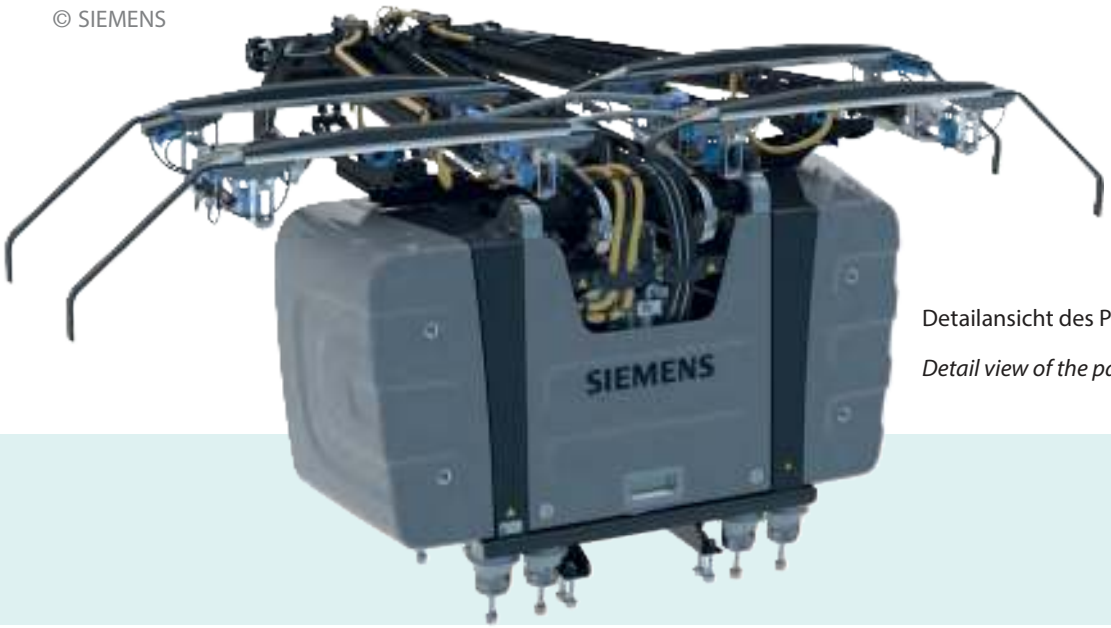
Der Klimawandel und die daraus resultierenden Auswirkungen auf Mensch und Natur zählen zu den größten Herausforderungen der heutigen Zeit. Eine der wichtigsten Möglichkeiten um die globale Erwärmung als eine der Triebkräfte des Klimawandels einzuschränken, ist die drastische Reduktion von Treibhausgasemissionen. Handlungsbedarf besteht unter anderem aufgrund des stetigen wachsenden Bedarfs an Gütertransporten auch im Bereich des Straßengüterverkehrs. Strategien zur Verlagerung des Güterverkehrs auf energieeffizientere und umweltschonendere Transportmittel sind durch die hohen Anforderungen an die Flexibilität oft nur bedingt umsetzbar. Kurzfristig erscheint der Einsatz erneuerbarer Energien im Güterverkehr auf der Straße als nahezu alternativlos. Genau hier setzt die von Siemens Mobility entwickelte eHighway-Technologie an. Dabei werden Hybrid-LKW über einen Pantographen und einen Stromabnehmer an ein Oberleitungssystem gekoppelt und können so während der Fahrt mit elektrischer Energie versorgt werden. Diese wird einerseits für den Antrieb des LKWs und andererseits zum Laden von Batterien genutzt. Strecken, die nicht mit einem Oberleitungssystem ausgestattet sind, können so überbrückt werden. Das Anwendungskonzept des eHighways sieht vor, Schlüsselstrecken im Verkehrsnetz mit einem Oberleitungssystem zu elektrifizieren, dadurch einen elektrischen LKW-Verkehr über weite Strecken zu ermöglichen und den damit verbundenen CO_2 Ausstoß deutlich zu reduzieren.

Die eHighway-Technologie ist eine Adaption und Weiterentwicklung von Technologien aus Oberleitungs-Bussen, -Straßenbahnen und -Zügen, deren Einsatz derzeit in verschiedenen Feldversuchen und Pilotprojekten unter ökologischen, ökonomischen und Verkehrsgesichtspunkten erprobt wird. In diesem Zusammenhang befasst sich das IVW mit der Konzeptentwicklung einer Leichtbaulösung für die Oberarme des Pantografen.

SIEMENS

Projektpartner / *Partner:*
Siemens Mobility GmbH

© SIEMENS



Detailansicht des Pantographenmoduls

Detail view of the pantograph module

New Pantograph Concepts for the eHighway System

© SIEMENS



Erprobungsfahrt eines Hybrid-LKWs mit Pantograph

Test drive of a hybrid truck with pantograph

Climate change and the resulting impacts on humans and nature are one of the greatest challenges of our time. One of the most important ways to limit global warming as one of the driving forces of climate change is to drastically reduce greenhouse gas emissions. There is a need for action in the area of road freight transport, among other things, due to the steadily growing demand for freight transport. Strategies for shifting freight traffic to more energy-efficient and environmentally friendly means of transport are often only partially feasible due to the high demands on flexibility. In short term, there is almost no alternative to the use of renewable energies in freight transport on the road. This is exactly where the eHighway technology developed by Siemens Mobility comes into play. Hybrid trucks are coupled to an overhead contact line system via a pantograph and thus can be supplied with electrical energy while driving. This is used on the one hand to power the truck and on the other to charge the batteries. Routes that are not equipped with an overhead contact line system can be bridged in this way. The application concept of the eHighway is to electrify key routes in the transport network with an overhead line system, thereby enabling electric truck traffic over long distances and significantly reducing the associated CO_2 emissions.

The eHighway technology is an adaptation and further development of technologies from trolleybuses, trams and trains, which is currently tested in various field tests and pilot projects from an ecological, economic and traffic perspective. In this context, IVW is working on the concept development of a lightweight construction solution for the upper arms of the pantograph.

benedikt.bergmann@ivw.uni-kl.de michael.paessler@ivw.uni-kl.de

Optimierung einer stationären Siphon-Imprägniereinheit



Michael Päßler



Benedikt Bergmann

Im Rahmen des Projekts IntCDC beteiligt sich das IVW mit der Entwicklung einer stationären Inline Siphon-Imprägniereinheit für die Verarbeitung von Kohlenstofffasern zur Herstellung modularer CFK-Strukturen im Bauwesen. Diese wird in eine Roving-Imprägnieranlage zu Forschungszwecken am IFB integriert. Ziel ist es dabei, eine robuste und zuverlässige Konstruktion für die Fertigung neuartiger Gebäudesysteme zu entwickeln, die für die Einsatzbedingungen im Bereich Bauwesen und die dafür geeigneten Faser- und Matrixwerkstoffe optimiert ist. Auf Basis des am IVW entwickelten Imprägnierverfahrens wurden verschiedene Konzepte einer neuen, modular aufgebauten und erweiterbaren Imprägniervorrichtung erarbeitet und bewertet, das vielversprechendste Design hiervon wurde umgesetzt. Mit Hilfe dieses Prototyps werden spezielle Prüfkörper hergestellt. Diese dienen dem Nachweis ausreichender Zug- und Druckfestigkeit der auf diese Weise hergestellten CFK-Strukturen. Der Nachweis der Umsetzbarkeit wird durch die Fertigung und Implementierung eines Prototyps der neuen Imprägniereinheiten durch das IntCDC Konsortium vorgenommen.

IFB
Institut für Flugzeugbau
Institute of Aircraft Design

Zusammen mit dem IFB entwickelt das IVW eine stationäre robuste Inline Siphon-Imprägniereinheit für die Verarbeitung von bis zu 6 x 50k Kohlenstofffaserrovings zur Herstellung modularer CFK-Strukturen im Bauwesen.

Projektpartner / *Partner:*
Institut für Flugzeugbau, Universität Stuttgart

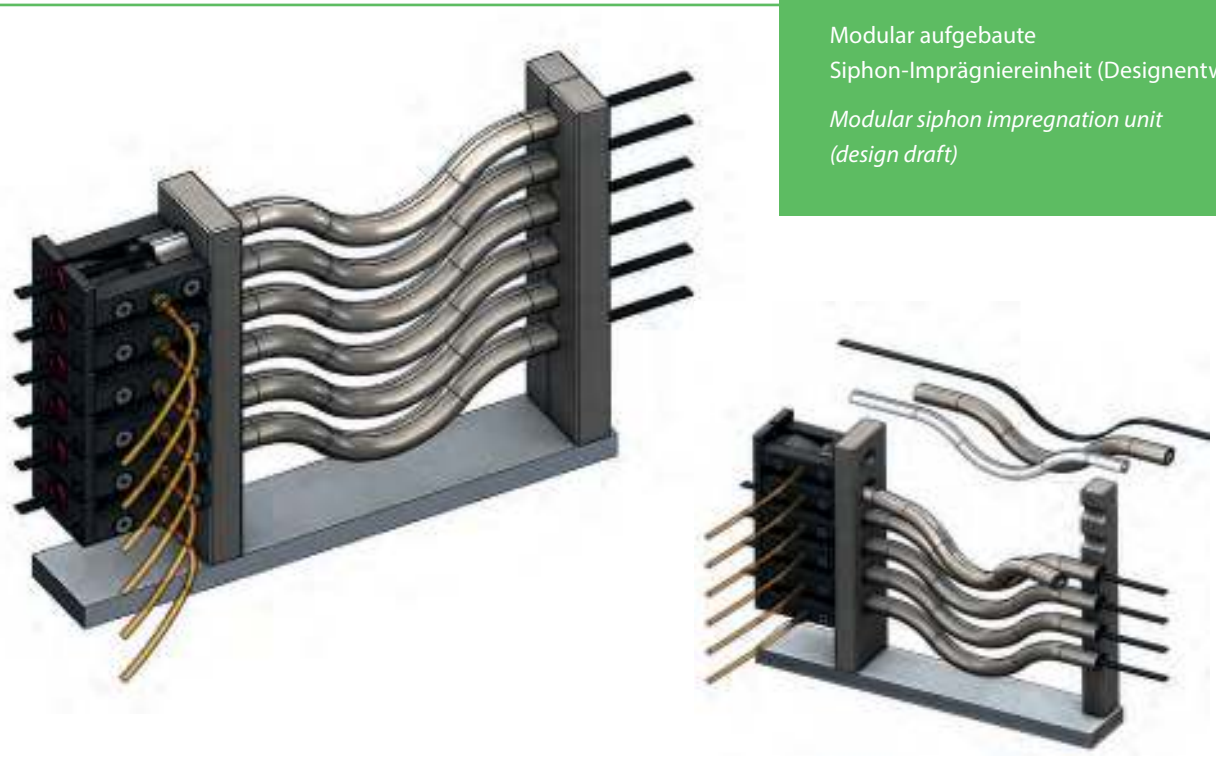


© IntCDC, Universität Stuttgart

Herstellung einer CFK Gitterstruktur für Gebäudestrukturen im Wickelverfahren (Demonstrator)

Coreless wound carbon fiber composite structure for buildings (demonstrator)

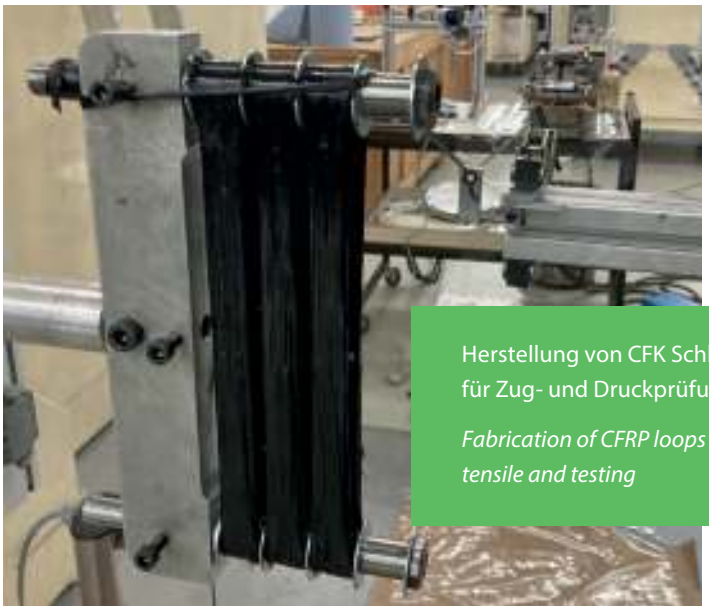
Optimization of a Stationary Siphon Impregnation Unit



Modular aufgebaute
Siphon-Imprägniereinheit (Designentwurf)

Modular siphon impregnation unit (design draft)

As part of the IntCDC project, IVW is participating in the development of a stationary inline siphon impregnation unit for the processing of carbon fibers for the production of modular CFRP structures in construction. This is integrated into a roving impregnation system for research purposes at IFB. The aim is to develop a robust and reliable construction for the production of new building systems, which is optimized for the conditions in construction sector as well as the used fiber and matrix materials for such applications. Based on the impregnation process developed at IVW, various concepts of a new, modular and expandable impregnation device were designed and evaluated; the most promising design was implemented. With this prototype, special test specimens are produced to prove sufficient tensile and compressive strength of the CFRP structures, that are produced in this manner. The feasibility is demonstrated by the manufacture and implementation of a prototype of the new impregnation units by the IntCDC consortium.



Herstellung von CFK Schlaufen
für Zug- und Druckprüfung

Fabrication of CFRP loops for tensile and testing

Together with IFB, IVW is developing a stationary, robust inline siphon impregnation unit for processing up to 6 x 50k carbon fiber rovings for the production of modular CFRP structures in construction.

julian.weber@ivw.uni-kl.de

OSFIT – Thermoplastische Integralspante im Direktumformverfahren



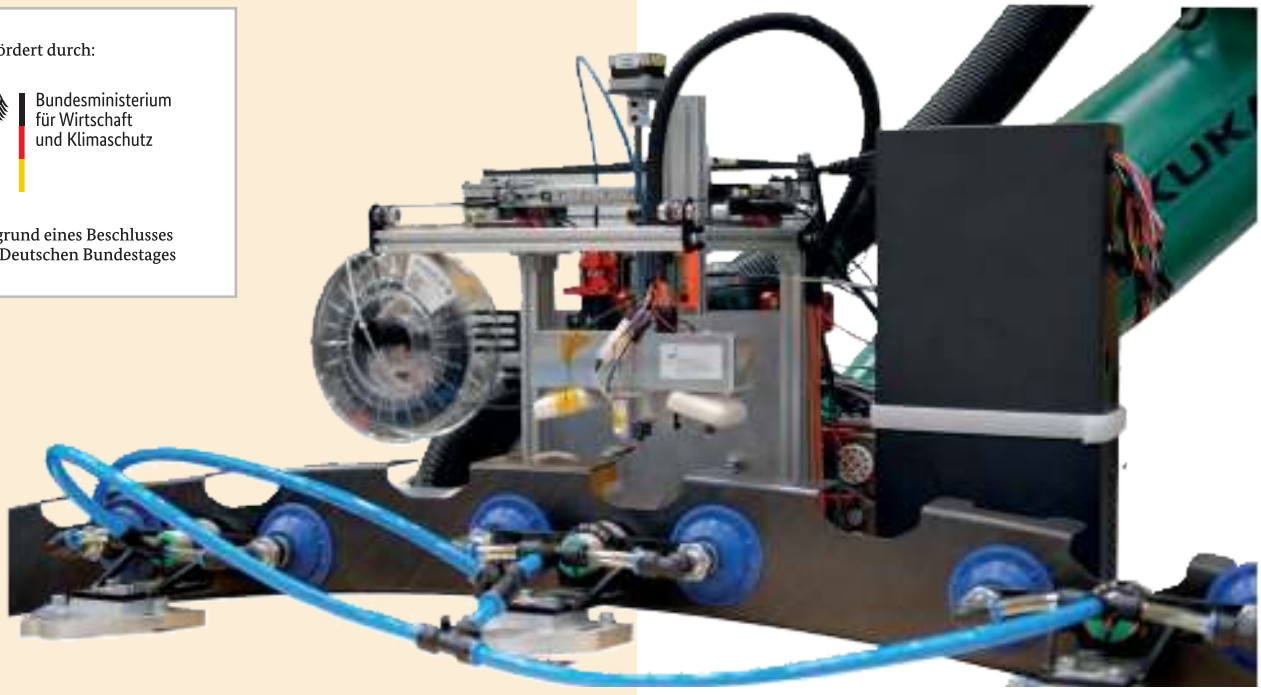
Julian Weber

Im Luftfahrtforschungsprojekt OSFIT wurde die Fertigbarkeit von Thermoplast-Integralbauteilen am Beispiel eines Flugzeugspants untersucht. 2D-Tape-Preforms aus CF/PEEK – hergestellt im Automated Fiber Placement – wurden im Thermoformverfahren zu C-Spanten umgeformt. Dreidimensionale Versteifungselemente wurden mittels Schmelzfügen (Spritzgießen und Co-Konsolidieren) an die Innenseite der Spante zur Erhöhung der Beulsteifigkeit angebracht. So fallen aufwendige Montageprozesse von Einzelteilen weg, sodass Herstellungskosten eingespart werden. Die Verwendung von Thermoplasten statt etablierten Duroplasten bietet neben den Vorteilen in der Verarbeitung viele Möglichkeiten im Recycling. Im Laufe der Projektlaufzeit von 4 Jahren (2018-2021) untersuchte das IVW die Co-Konsolidierung zwischen den Versteifungselementen als Werkzeugeinleger und der Tape-Preform während des Thermoformens von Coupon- bis Bauteilebene. Zielgrößen dabei waren der Konsolidierungsgrad der Tape-Preform und die Festigkeit der Fügezone. Zur Unterstützung der Auswahl an Prozessparametern wurde der Umformvorgang simuliert und im Zuge dessen auch Spring-In Effekte berücksichtigt. Zudem wurde ein Endeffektor zum Applizieren von CF/PEEK entwickelt, um Spaltmaßtoleranzen auszugleichen.

Das Bestreben lag darin, einen hochautomatisierten Herstellungsprozess für CFK-Flugzeugspante mit Thermoplast Matrix zu entwickeln. Durch Integralbauweise wurden Kosten und Zeit in der Fertigung eingespart.

Projektpartner / *Partners:*
Automotive Center Südwestfalen GmbH
Fraunhofer IFAM
Fraunhofer IGCV
Premium AEROTEC GmbH

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

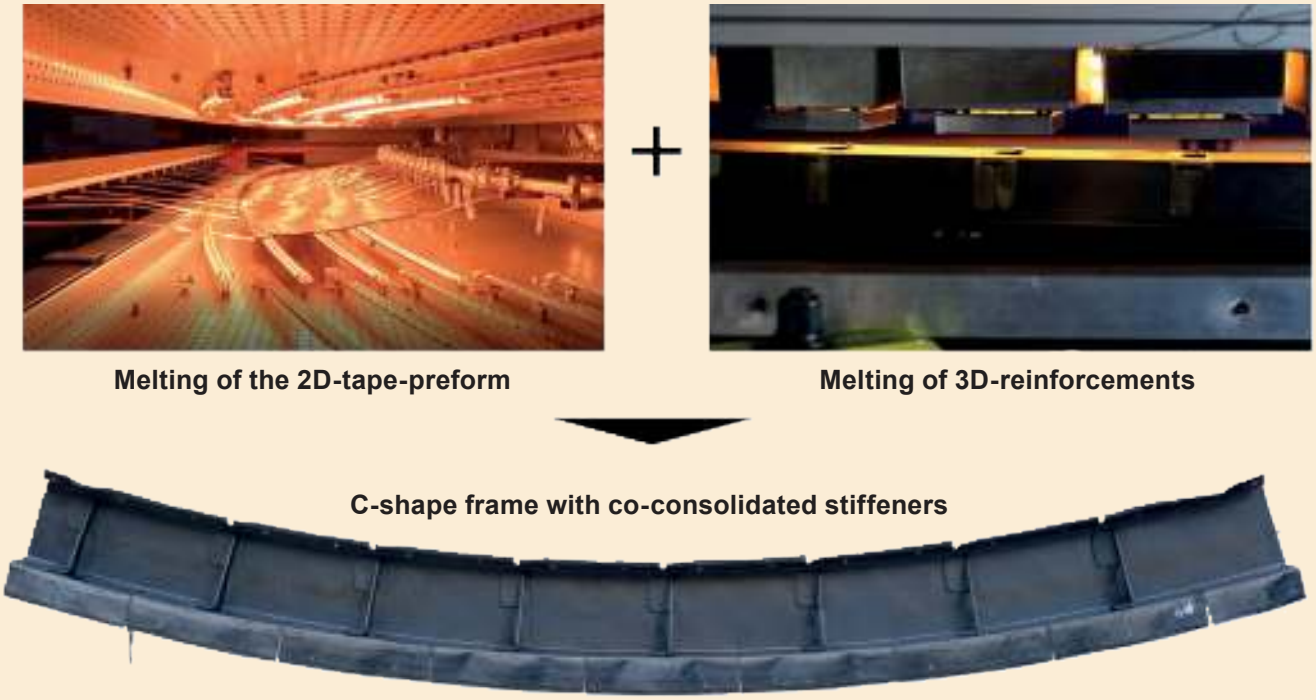


Endeffektor zum Aufbringen von CF/PEEK shims auf Integralspante (in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM)

Endeffector to apply solid CF/PEEK shims on C-shaped frames (in cooperation with Fraunhofer IFAM)

Das Projekt „OSFIT – One-Shot Fully Integrated Thermoplastic Frame“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20W1706C).

OSFIT – Thermoplastic Integral Frames in One Shot Process



Herstellung von CF/PEEK Spanten mit co-konsolidierten Versteifungen im Thermoformverfahren (in Zusammenarbeit mit dem Automotive Center Südwestfalen)

Manufacturing of CF/PEEK frames in thermoforming with co-consolidated stiffeners (in cooperation with Automotive Center Südwestfalen)

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

In the aviation research project OSFIT the manufacturability of thermoplastic complex parts was investigated using the example of an integral frame. 2D tape-preforms made of CF/PEEK, produced in automated fiber placement, were thermoformed into C-frame. 3D-stiffeners were attached to the inside of the frame by means of fusion joining (injection molding and co-consolidation) to increase buckling stiffness. This eliminates time-consuming assembly processes of individual parts, thus saving manufacturing costs. The use of thermoplastics instead of established thermosets offers many recycling possibilities in addition to the advantages in processing. In the course of the project duration of 4 years (2018–2021), IVW investigated the co-consolidation between the stiffeners as tool inserts and the tape-preform during thermoforming from coupon to component level. The parameters to investigate are the degree of consolidation of the tape-preform and the strength of the joining zone. To support the selection of process parameters, the forming process was simulated and in the course of this, spring-in effects were considered. In addition, an end effector to apply CF/PEEK solid shims was developed to compensate gaps during assembly.

The aim was to develop a highly automated manufacturing process for CFRP aircraft frames with thermoplastic matrix. The integral construction method saves cost and time in production process.

The project "OSFIT – One-Shot Fully Integrated Thermoplastic Frame" is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 20W1706C).

alexander.faas@ivw.uni-kl.de

PowderTapes – Flexible Prozesskette für Thermoplast-Composites



Alexander Faas

Im Tapelegeverfahren werden unidirektional faserverstärkte Bändchenhalbzeuge (Tapes) zu Preforms abgelegt und in einem nachgelagerten Pressprozess zu Bauteilen konsolidiert. Als Halbzeuge werden Tapes jedoch nur in gängigen Materialkombinationen angeboten; davon abweichende Materialkombinationen müssen gesondert beauftragt werden, was nur bei großen Serien überhaupt wirtschaftlich sinnvoll ist. Das Anwendungsspektrum dieses ansonsten sehr flexiblen Verfahrens ist damit deutlich eingeschränkt. Die Verbesserung der Materialflexibilität im thermoplastischen Tapelegen ist daher Gegenstand eines Kooperationsprojektes mit der M&A Dieterle GmbH. Hierzu werden Faserbändchen mit pulverförmigem Thermoplast zu teilimprägnierten „PowderTapes“ kombiniert. Diese durchlaufen anschließend den konventionellen Tapelegeprozess und einen Pressprozess. Der zur Konsolidierung von Tape-Preforms üblicherweise eingesetzte isotherme Pressprozess verspricht dabei sehr kurze Zykluszeiten, ist jedoch nur bedingt dazu geeignet, auch einen Imprägnierungsfortschritt zu erzielen. Für das Projekt stellt dieser Sachverhalt eine besondere Herausforderung dar, da die „PowderTapes“, im Gegensatz zu ihren konventionellen (vollkonsolidierten) Pendants, nur oberflächlich mit der erforderlichen Menge des gewünschten Thermoplasten bepulvert sind. Aktuelle Forschungsbemühungen zielen daher auf einen sukzessiven Imprägnierungsfortschritt über die gesamte Prozesskette, indem sowohl durch eine weitgehende Imprägnierung bereits bei der Tapeherstellung und Tapeablage, als auch durch die Prozessführung im Pressprozess eine vollständige Imprägnierung der Faserstruktur sichergestellt wird.

Ziel des Projekts PowderTapes ist die Umsetzung einer flexiblen Prozesskette für die Herstellung hochleistungsfähiger Thermoplast-Composites auf Basis pulverimprägnierter Fasertapes und die Entwicklung einer entsprechenden Anlagentechnik.

Projektpartner / *Partner:*
M&A Dieterle GmbH

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

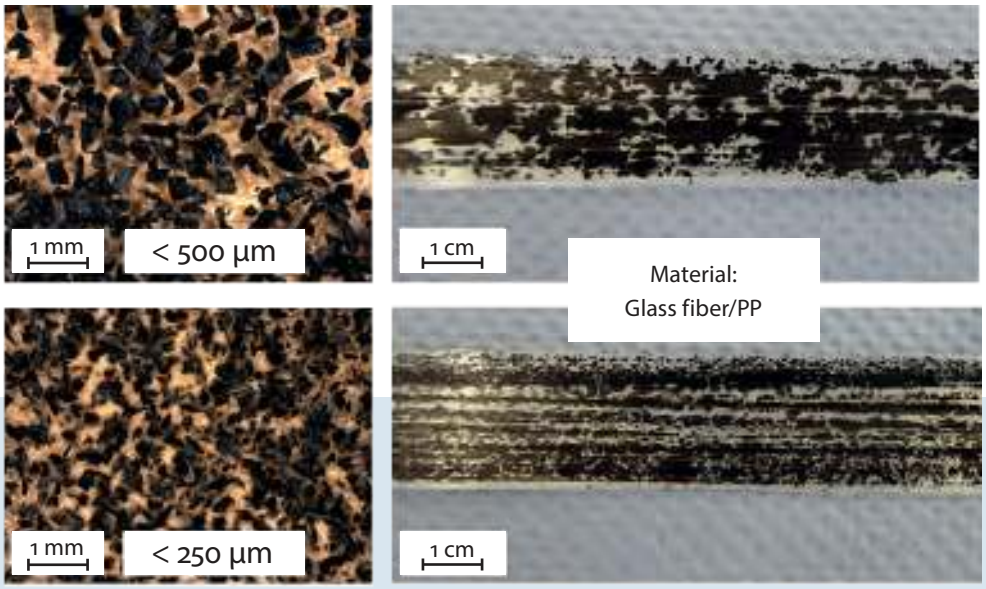


CROSSLAYER - Automatisierter Tapeleger (M&A Dieterle GmbH) für die flexible Verarbeitung der PowderTapes

CROSSLAYER - Automated tape layer (M&A Dieterle GmbH) for flexible processing of PowderTapes

Das Projekt „PowderTapes – Flexible Prozesskette für die Herstellung hochleistungsfähiger Thermoplast-Composites auf Basis pulverimprägnierter Fasertapes“ wird durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert (Förderkennzeichen ZF4052326).

PowderTapes – Flexible Process Chain for Thermoplastic Composites



Variation der Pulverkorngröße mit dem Ziel, die Imprägnierung des Materials zu beeinflussen

Variation of the powder particle size with the aim to influence material impregnation

In tape-laying, unidirectional fiber-reinforced tapes are placed to preforms and consolidated into components in a subsequent press process. However, as semi-finished products, tapes are only offered in common material combinations; material combinations deviating from these must be requested individually, which only makes economic sense for large series. The range of applications of this otherwise very flexible process is thus significantly limited. Improving the material flexibility of thermoplastic tape-laying is therefore the subject of this cooperation project with M&A Dieterle GmbH. For this purpose, fiber tapes are combined with powdered thermoplastic to create partially impregnated "PowderTapes". These then undergo the conventional tape laying process and a pressing process. The isothermal pressing process usually used to consolidate tape preforms promises very short cycle times, but is only suitable to a limited extent for also achieving impregnation progress. This poses a particular challenge for the project since, unlike their conventional (fully consolidated) counterparts, "PowderTapes" are only superficially powdered with the required amount of the desired thermoplastic. Current research efforts consequently aim at a successive impregnation progress along the entire process chain by ensuring a complete impregnation of the fiber structure both through extensive impregnation already during tape production and tape deposition, as well through process control in the pressing process.

The aim of the PowderTapes project is the implementation of a flexible process chain for the production of high-performance thermoplastic composites based on powder-impregnated fiber tapes and the development of a corresponding production technology.

ZIM
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

The project "PowderTapes – Flexible Process Chain for the Production of High-Performance Thermoplastic Composites based on Powder-Impregnated Fiber Tapes" is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052326).

pro-TPC-Struktur – Hochleistungsstrukturbauteile in einem Schuss



Alexander Nuhn

alexander.nuhn@ivw.uni-kl.de

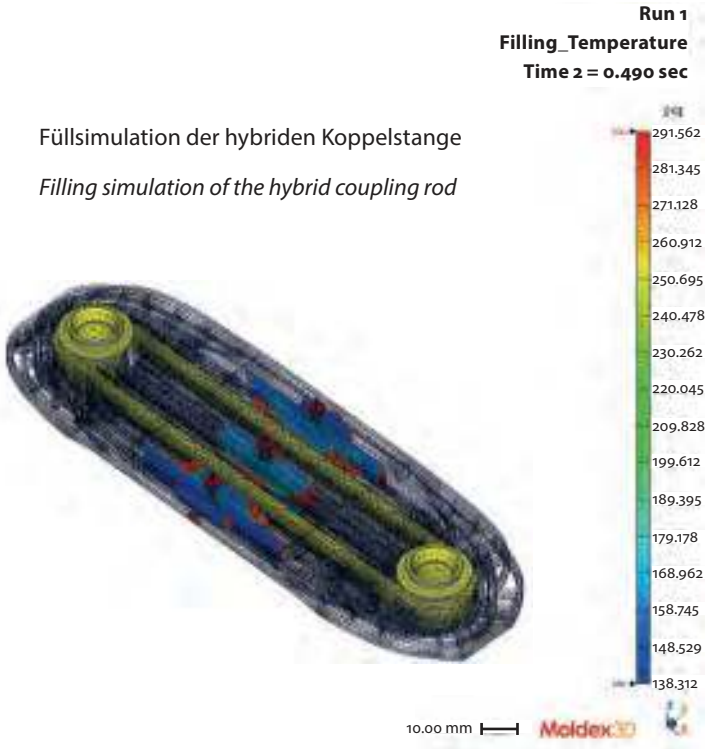


Esha

esha@ivw.uni-kl.de

Der Faserkunststoffverbund (FKV) besitzt zwar eine hohe spezifische Festigkeit und Steifigkeit, jedoch häufig wirtschaftliche Nachteile gegenüber metallischen Werkstoffen. Eine vielversprechende Strategie für ein preislich attraktives Endprodukt mit gesteigertem Leistungsspektrum ist die Kombination von kurz- und endlosfaserverstärkten Thermoplasten (TP). Hierbei wird die Endlosfaserverstärkung nur lokal in hochbelasteten Bereichen entlang der Hauptlastpfade eingesetzt. Hochbelastete Bereiche werden im Projekt durch Topologieoptimierung und Finite Elemente (FE) Simulationen ermittelt. Durch die methodische Erarbeitung einer Simulationskette zur Verknüpfung verschiedener Auslegungstools (CAD, FE, Topologieoptimierung, Prozesssimulation) wird das Ziel einer umfassenden virtuellen Auslegung von hybriden thermoplastischen FKV Strukturbauteilen verfolgt. Durch die Schmelzbarkeit von TP ist es möglich, auf effiziente, wirtschaftliche Verarbeitungsmethoden zurückzugreifen, welche sich vor allem durch kurze Taktzeiten und damit hohe Ausbringungsmengen auszeichnen. Hierzu gehört das Spritzgussverfahren, welches durch Automatisierungstechnik wesentlich zur Wirtschaftlichkeit des Konzepts beiträgt. Im Projekt wird die vorhandene Spritzgussanlagentechnik auf die speziellen Anforderungen von hybriden thermoplastischen FKV Strukturbauteilen angepasst.

Die Herausforderungen im Projekt liegen - neben der neuartigen Berechnung einer hybriden Baugruppe aus anisotropen Werkstoffen und dem Zusammenspiel von Einleger und Spritzgussmasse - in der Herstellung einer verfahrenstechnisch hinreichend festen Grenzschicht zwischen Einleger und Spritzgussmasse.



Füllsimulation der hybriden Koppelstange

Filling simulation of the hybrid coupling rod

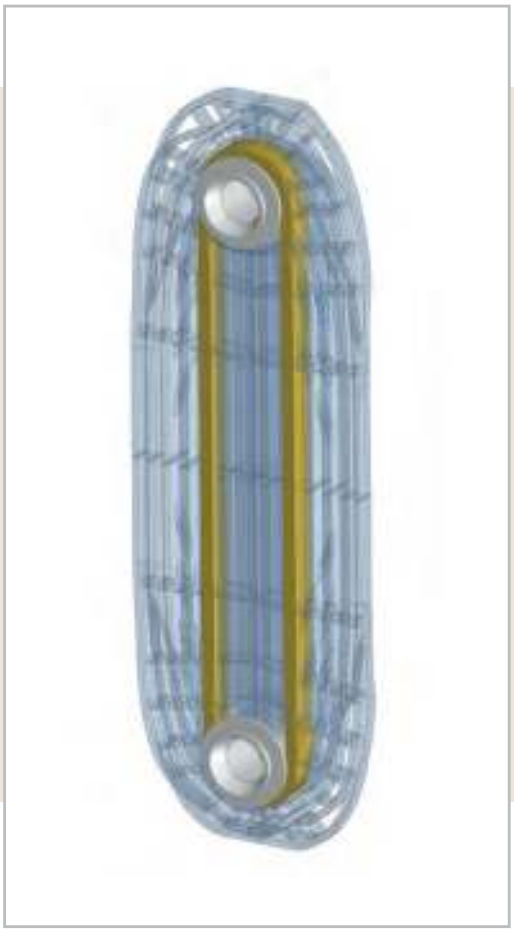


Düsenseite und Auswerferseite mit eingelegter, endlosfaserverstärkter Schlaufe

Nozzle side and ejector side with inserted continuous fiber reinforced loop

Das Projekt „pro-TPC-Struktur – Entwicklungsprozesskette zum optimierten Einsatz faserverstärkter thermoplastischer Kunststoffe in funktionalisierten Strukturbauteilen“ wird vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und dem Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau (MWVLW) gefördert (Förderkennzeichen 84002807).

pro-TPC Structure – High-Performance Structural Components in One Shot



Das Projekt zu Investitionen in Wachstum und Beschäftigung
pro-TPC-Struktur
wurde von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und dem Land Rheinland-Pfalz gefördert.

Baugruppe „hybride Koppelstange“ mit Aluminiumhülsen als Lagergehäuse für Kugelzapfen

“Hybrid coupling rod” assembly with aluminum sleeves as bearing housing for ball studs

Fiber reinforced plastic (FRP) composites have high specific strength and stiffness. However, they also have economic disadvantages too compared to metallic materials. A promising strategy for obtaining an attractively priced final product with an increased performance spectrum is the combination of short and continuous fiber-reinforced thermoplastics (TP). Here, continuous fiber reinforcement is used locally in highly stressed areas along the main load paths. Highly loaded areas are determined within the project by topology optimization and finite element (FE) simulations. By developing methodical simulation chain to link different design tools (CAD, FE, topology, optimization, process simulation), the goal of a comprehensive virtual design of hybrid thermoplastic FRP structural component is pursued. Due to the fusibility of TP, it is possible to utilize efficient economical processing methods, which are mainly characterized by short cycle times and therefore high output. This includes the injection molding process, which contributes to the economic efficiency of the concept through automation technology significantly. During the project, the existing injection molding plant technology is adapted to the special requirements of hybrid thermoplastic FRP structural components.

In addition to the novel calculation of a hybrid assembly made of anisotropic materials and the interaction between the insert and the injection molding compound, the production of a sufficiently strong boundary layer between the insert and the injection molding compound in terms of process technology a challenge is this project.

The project “pro-TPC-Structure – Development Process Chain for the Optimized Use of Fiber Reinforced Thermoplastics in Functionalized Structural Components” (funding reference: 84002807) is supported by the European Regional Development Fund (ERDF) and the Ministry of Economic Affairs, Transport, Agriculture and Viniculture (MWVLW).

Prozessdigitalisierung von Carbonfaser Sheet Molding Compounds


Dominic Schommer


Miro Duhovic

dominic.schommer@ivw.uni-kl.de

miro.duhovic@ivw.uni-kl.de

Das Projekt konzentriert sich auf die Entwicklung des Workflows für die Prozessdigitalisierung von carbonfaserverstärkten Sheet Molding Compounds (C-SMCs). Es umfasst erstens die Überwachung/ Aufnahme der Faserorientierung in unterschiedlichen Phasen des Herstellungsprozesses von C-SMC mithilfe einer Polarisationskamera, zweitens die Entwicklung eines Finite-Elemente-basierten Materialmodells und der Prozesssimulation und drittens die weitere Untersuchung der Faserorientierung am fertigen Bauteil mithilfe von Polarisationskamera und 3D-Röntgenmikroskop. Da die Faserorientierung einen großen Einfluss auf das Prozessverhalten sowie die finalen Bauteileigenschaften hat, beginnt die Digitalisierung auf der institutseigenen SMC-Line600 Herstellungslinie. Hierzu wird die Polarisationskamera direkt in die Herstellungslinie eingefügt und zur einfachen Detektion der 2D-Faserorientierung der aufgestreuten C-Faser-Rovingzuschnitte in Echtzeit genutzt. Nach Abschluss der Produktion des C-SMC-Halbzeugs ist auf diese Weise die Faserorientierung in der kompletten Halbzeugrolle bekannt. Diese Information kann zum einen zur Qualitätskontrolle und zur Bewertung des Anisotropiegrads genutzt werden. Zum anderen erlaubt sie den Aufbau eines mehrlagigen Simulationsmodells, in welchem die Faserorientierung der individuellen Lage an den realen Faserorientierungszustand angelehnt ist, was die Genauigkeit der Prozesssimulation steigert. Dazu wird aus den Faserorientierungsinformationen des Halbzeugs ein „virtueller Schnittplan“ erzeugt und die Faserorientierung der Ausschnitte auf das Simulationsmodell übertragen. Wird derselbe Schnittplan genutzt, um einen realen C-SMC-Stack aufzubauen, sollte die Faserorientierung der realen Probe mit der Simulation übereinstimmen. Zur Validierung wird dieses Vorgehen angwandt, um einfache C-SMC-Pressrheometer-Proben in Realität und Simulation aufzubauen und das Verhalten während des Fließpressens zu vergleichen. Zukünftig kann so die Vorhersage des Fließverhaltens der C-SMC-Stacks und die Entwicklung der Faserorientierung bei der Herstellung komplexer Bauteile verbessert werden.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer effizienten Methodik für die Digitalisierung von C-SMC-Material, um die genaue Simulation des Formpressens von C-SMC-Bauteilen mit hohem Faservolumenanteil zu ermöglichen.

Fraunhofer ITWM

HIGH PERFORMANCE CENTER SIMULATION- AND SOFTWARE-BASED INNOVATION

Projektpartner / *Partner:*

Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM,
Abteilung Strömungs- und Materialsimulation



Online-Charakterisierung der Faserorientierung von C-SMC-Prepregs mit einer Polarisationskamera

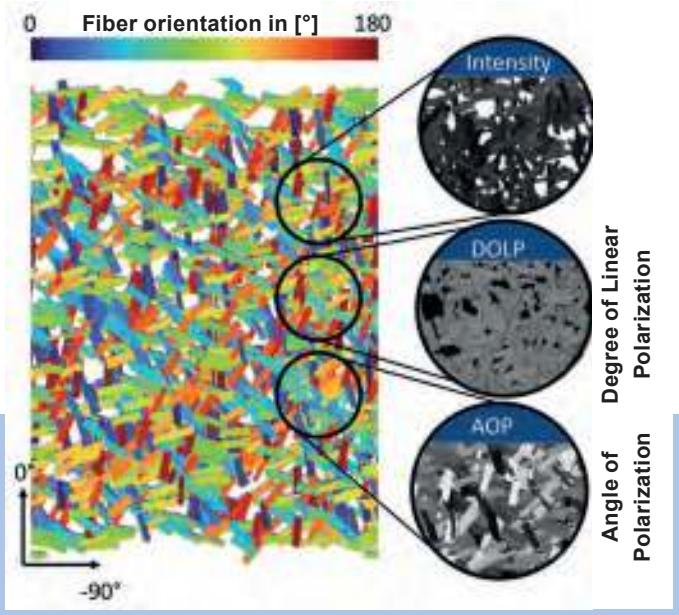
Online C-SMC prepreg fiber orientation characterization using a polarization camera

Dieses Projekt wird in Zusammenarbeit mit der Abteilung Strömungs- und Materialsimulation des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) im Rahmen des Leistungszentrums Simulations- und Software-basierte Innovation durchgeführt.

Process Digitalization of Carbon Fiber Sheet Molding Compounds

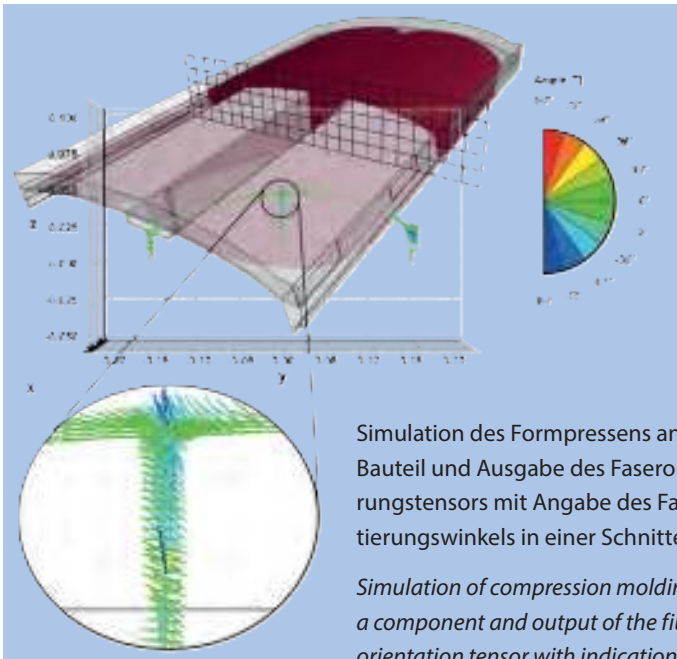
The project focusses on the development of the workflow for the process digitalization of carbon fiber sheet molding compounds (C-SMCs). It involves firstly monitoring/recording of fiber orientation (FO) at various stages of the C-SMC manufacturing process using a polarization camera, secondly, the creation of an enhanced finite element based material modeling and process simulation and, thirdly, post fiber orientation analysis and validation using the polarization camera and X-Ray Microscope. The digitalization process begins on the SMC-Line600 equipment of the institute. The polarization camera offers a simple way of measuring the two dimensional orientation of carbon fibers in real-time. This information is used to carry out a quality control of the manufactured C-SMC material and to assess the degree of material anisotropy. The information is also used to allow the creation of a multilayer process simulation model. The simulation model initially simulates the press rheometry test, which is used to characterize the compression molding behavior of the C-SMC material. Allowing for the definition of a layer-wise fiber orientation distribution corresponding to the "real" initial state of the material enhances the accuracy of the process simulation model. A "virtual cutting plan" is created from the semi-finished product fiber orientation data recorded by the polarization camera. Using the same cutting plan, stacked C-SMC press rheometry test specimens are prepared in reality and press rheometer tests or the compression molding of full parts can be carried out in order to validate the process simulation model and predict the processing behavior of new parts.

The aim of the project is the development of an efficient methodology for the digitalization of C-SMC material to enable the accurate compression molding simulation of high fiber volume fraction C-SMC parts.



Faserorientierung des C-SMC-Materials und Polarisationsabbildungskomponenten

Fiber orientation of C-SMC material and polarization imaging components



Simulation des Formpressens an einem Bauteil und Ausgabe des Faserorientierungstensors mit Angabe des Faserorientierungswinkels in einer Schnittebene

Simulation of compression molding on a component and output of the fiber orientation tensor with indication of the fiber orientation angle in a sectional plane

This project is being carried out in close collaboration with the Flow and Material Simulation Department of the Fraunhofer Institute for Industrial Mathematics (ITWM) within the framework of the High Performance Center Simulation and Software Based Innovation.

Prozessoptimierung des Induktionsschweißens von CFK-Organoblechen



Stephan Becker

stephan.becker@ivw.uni-kl.de



Peter Mitschang

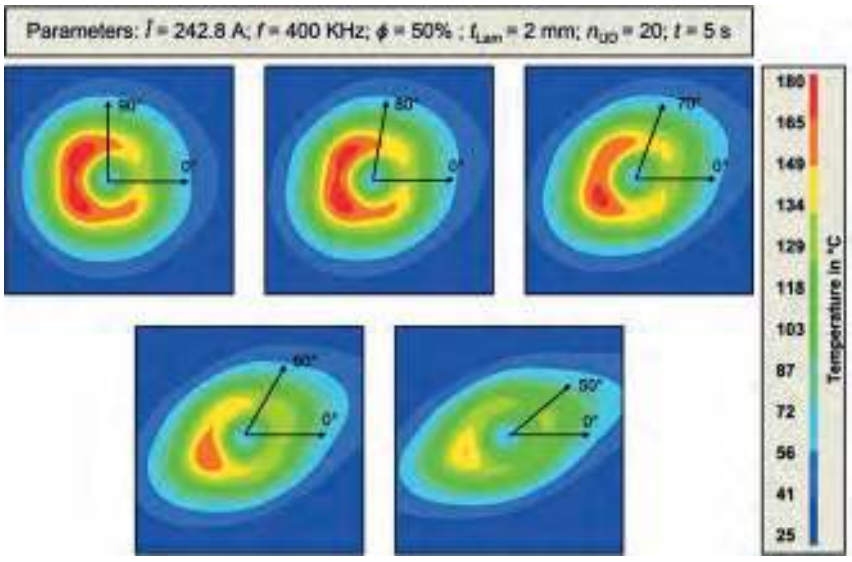
peter.mitschang@ivw.uni-kl.de

In der ersten Projektphase wurden der Einfluss der Textil- und Laminatparameter auf das induktive Aufheizverhalten untersucht. Basierend auf den Ergebnissen wurde ein für das Induktionsschweißen optimierter Laminataufbau hergeleitet. Zur Verbesserung der Oberflächenkühlung wurde eine neuartige Kühlmethode entwickelt. Ebenfalls wurde die temperaturabhängige Druckverteilung im Fügebereich unterhalb der Konsolidierungsrolle mittels eines FEM-Modells untersucht.

Im Fokus der zweiten Projektphase steht die Zusammenführung der zuvor gewonnenen Erkenntnisse in ein multphysikalisches Gesamtmodell des kontinuierlichen Induktionsschweißprozesses. Hierfür wurde bereits ein Simulationsmodell für das statische induktive Aufheizen eines CFK-Organoblechs entwickelt und erfolgreich experimentell validiert Zur analytischen Beschreibung der elektrischen Leitfähigkeit eines CFK-Organoblechs in Abhängigkeit der Textil- und Laminatparameter wurden bereits Widerstandsmessungen an dafür eigens entwickelten Prüfständen durchgeführt. Ebenfalls wurde die für die Kühlung der Laminatoberfläche entwickelte Sprühkühlung weiterentwickelt mit Zielsetzung einen sog. Dry-Wall-State zu erreichen. Im weiteren Projektverlauf wird das entwickelte Konsolidierungsmodell in das Gesamtmodell implementiert werden. Die Verifikation der Simulationsergebnisse erfolgt durch Schweißversuche am Schweißroboter in Verbindung mit mechanischen Prüfungen.

Hauptziel ist die Steigerung der Geschwindigkeit des kontinuierlichen Induktionsschweißprozesses von kontinuierlich kohlenstofffaserverstärkten Thermoplasten, speziell von Organoblechen, in Verbindung mit einer resultierenden Fügequalität auf Autoklavniveau.

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

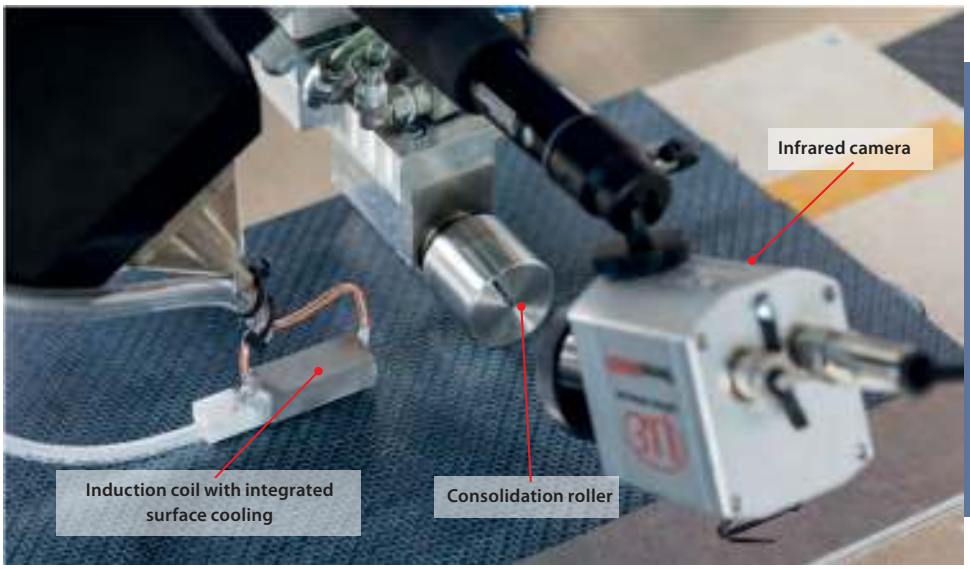


Untersuchung des Einflusses der Faserwinkeldifferenz auf das induktive Aufheizverhalten eines biaxialen kohlenstofffaserverstärkten Organoblechs mit einer Dicke von 2 mm und einem Faservolumengehalt von 50 % mit Hilfe der Finiten Elementen Methode

Investigation of the influence of fiber angle difference on the induction heating behavior of a biaxial carbon fiber reinforced organic sheet with a thickness of 2 mm and a fiber volume content of 50% using the finite element method

Das Projekt „Prozessoptimierung des Induktionsschweißens von kontinuierlich kohlenstofffaserverstärkten Thermoplasten mit Hilfe der Prozesssimulation“ wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – *272768988*.

Process Optimization of Induction Welding of CFRPC Organo Sheets

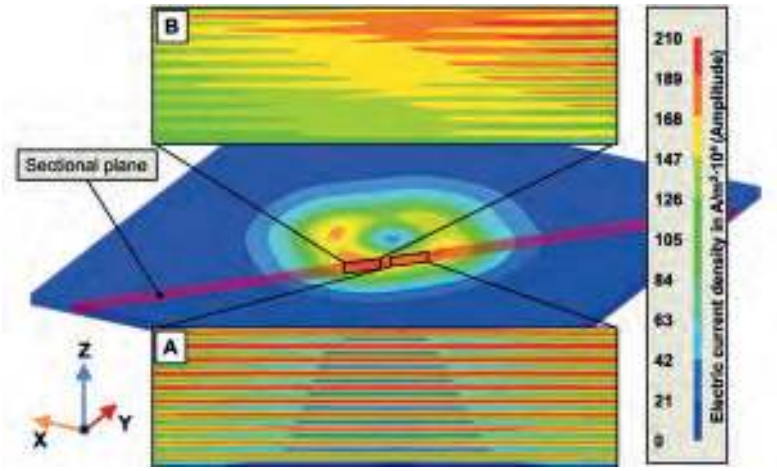


Mittels des Induktionsschweißroboters des IVW werden Zug-Scher-Probekörper geschweißt, um die Verbindungsqualität zu charakterisieren

By means of the induction welding robot of IVW lap shear specimens will be welded in order to characterize the welding quality

In the first project phase, the influence of textile and laminate parameters on the inductive heating behavior was investigated. Based on the results, a laminate structure optimized for induction welding was derived. A novel cooling method was developed to improve the surface cooling. In addition, the temperature-dependent pressure distribution in the joining zone below the consolidation roller was investigated by means of a FEM model. The focus of the second project phase is the consolidation of the previously gained results into a multi-physics overall model of the continuous induction welding process. For this purpose, the electrical conductivity is initially described through an analytical function of the textile and laminate parameters. Also, the previously developed surface cooling as well as the developed consolidation model will be implemented into the overall model. The verification of the simulation results will be done by welding tests by means of the welding robot in combination with mechanical tests.

The main objective is to increase the process speed of the continuous induction welding process of continuously carbon fiber reinforced thermoplastics, especially of organo sheets, in connection with a resulting joining quality at autoclave level.



Mit Hilfe des Simulationsmodells des statischen induktiven Aufheizens können die für die Aufheizung verantwortlichen elektrischen Mechanismen näher untersucht werden. Hierbei wird das Laminat als ein aus unidirektional ausgerichteten Schichten aufgebautem Kreuzverbund modelliert. Bereich A zeigt eine Stelle in der die Ströme nur in eine Richtung in Laminatebene entlang der Fasern fließen. Bereich B zeigt hingegen einen Bereich in dem die induzierten Wirbelströme in Dickenrichtung fließen. Die Temperaturmaxima treten im Bereich B auf.

By means of the simulation model of the static induction heating the crucial heating mechanisms can be investigated. The laminate is represented as a cross-ply laminate built up of unidirectional aligned layers. Section A shows a location in which the currents flow in only one direction in the laminate plane along the fibers. Section B, on the other hand, shows a region where the induced eddy currents flow in the thickness direction. The temperature maximum occurs in section B.

The project "Process Optimization of Induction Welding of Continuous Carbon-Fiber Reinforced Thermoplastics by Process Simulation" is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) – 272768988.

marc.fickert@ivw.uni-kl.de

R4PP – Innovative Radialkolbenpumpe für Lebensmittelanwendungen



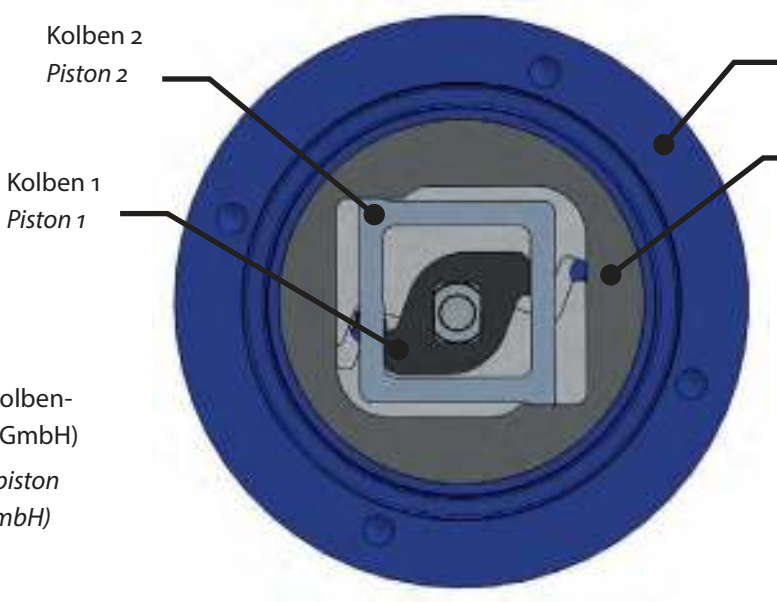
Marc Fickert

Kompakte Lebensmittelpumpen finden beispielsweise in Getränkeautomaten, Zapfanlagen oder Kaffeemaschinen Anwendung. Sie sind zwar ein Massenprodukt, jedoch aufgrund der notwendigen hohen Fertigungsgenauigkeit recht kostenintensiv. Zur Schaffung von Wettbewerbsvorteilen arbeiten die haru präzision GmbH und des IVW gemeinsam an zwei primären Lösungsansätzen: (1.) Der Entwicklung eines neuartigen Pumpenkonzeptes und (2.) durch den Einsatz von Kunststoffverbundwerkstoffen zur Optimierung der tribologisch hoch beanspruchten Gleitkontakte im Inneren der Pumpe. Das neuartige zum Patent angemeldete (DE102016102993A1) Pumpendesign besteht aus nur wenigen Bauteilen. Durch die Ausführung in Flachbauweise wird eine hochpräzise Nacharbeit der spritzgegossenen Kunststoffbauteile in axialer Richtung ermöglicht. Durch ein Kolben-im-Kolben-Konzept werden vier Hubbewegungen pro Umdrehung umgesetzt. Zur Validierung der werkstofflichen Eignung wurden u.a. Marktanalysen kommerziell erhältlicher Kunststoffverbundwerkstoffe mit Lebensmittelzertifizierung durchgeführt. Diese wurden tribologischen Modellversuchen im Trocken- und Nasslauf unterzogen, um geeignete Werkstoffpaarungen zu analysieren und auszuwählen. Auf Basis dieser Ergebnisse wurden erste Pumpenkomponenten hergestellt. Die Durchführung von repräsentativen Funktionsversuchen soll zeitnah erfolgen.

Ziel ist die Entwicklung einer innovativen und ökonomischen Radialkolbenpumpe für den Lebensmittelbereich. Neben Zielparametern wie Effizienz, Kompaktheit und Kostenoptimierung soll die Pumpe im späteren Betrieb geräuscharm sein und über gute Notlaufeigenschaften verfügen.

Projektpartner / *Partner:*
haru präzision GmbH

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Aufbau der R4PP-Radialkolbenpumpe (©haru präzision GmbH)
Design of the R4PP radial piston pump (©haru präzision GmbH)

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

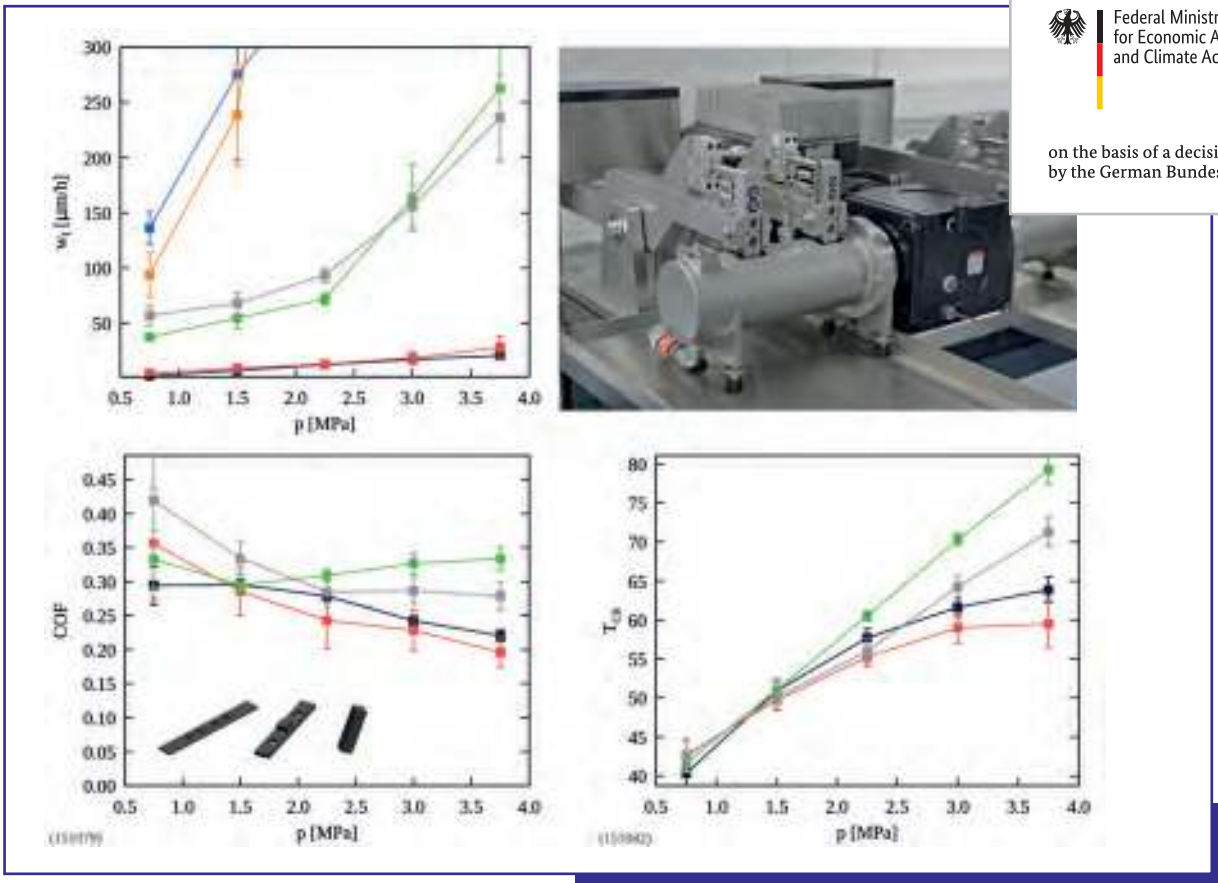
Das Projekt „R4PP – Effiziente Radialkolbenpumpen mit polymeren Hochleistungsverbundwerkstoffen für Lebensmittelanwendungen“ wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052323).

R4PP – Innovative Radial Piston Pump for Food Applications

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag



Ergebnisse Block-auf-Ring-Verschleißversuche „Kunststoff gegen Stahl im Trockenlauf“

Results of block-on-ring wear tests „Plastic versus steel in dry running“

Small-sized food pumps are used, for example, in beverage vending machines, dispensing systems or coffee machines. Although being a mass product, they are quite cost-intensive due to the high manufacturing precision required. To create competitive advantages, haru präzision GmbH and IVW are working together on two primary approaches: The development of a novel pump concept by using plastic composites to optimize the tribologically highly stressed sliding contacts inside the pump. The innovative, patent pending (DE102016102993A1) pump design consists of only a few components. The flat design enables high-precision reworking of the injection-molded plastic components in axial direction. A piston-in-piston concept converts four stroke movements per revolution. To validate material suitability, market analyses of commercially available plastic composites with food certification were carried out. These were subjected to tribological model tests in dry and wet running in order to analyze and select suitable material pairings. Initial pump components were manufactured on the basis of these results. Representative functional tests are to be carried out in the near future.

The aim is to develop an innovative and economical radial piston pump for the food sector. In addition to target parameters such as efficiency, compactness and cost optimization, the pump must be low-noise in later operation and have good dry running characteristics.

The project “R4PP – Efficient Radial Piston Pumps with High-Performance Polymer Composites for Food Applications” is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052323).

janna.krummenacker@ivw.uni-kl.de

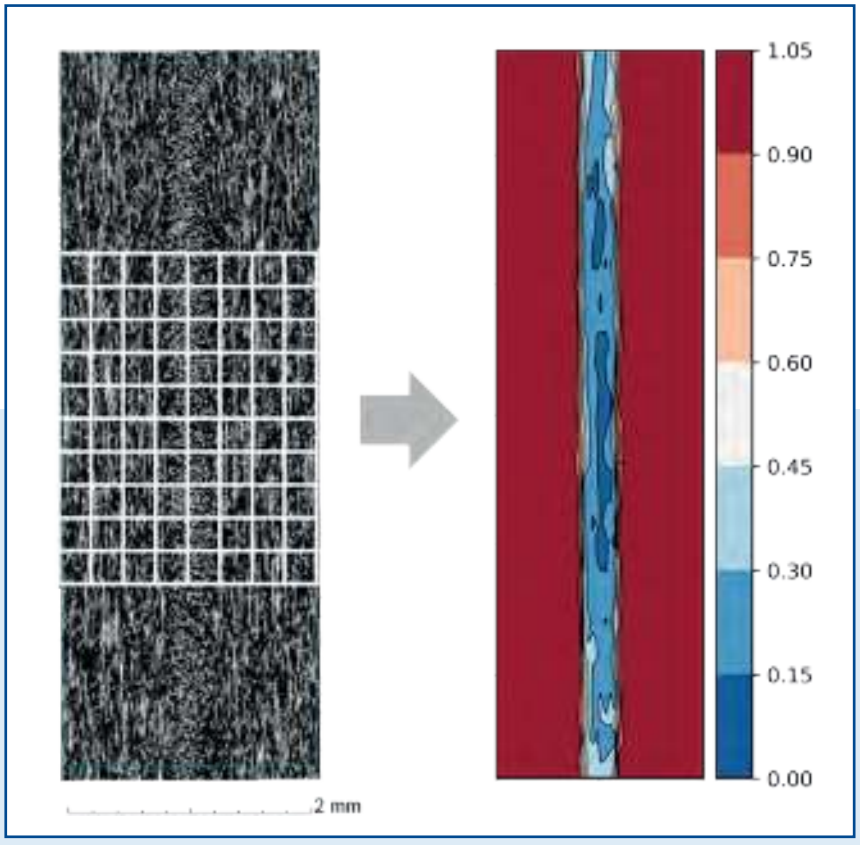
Schädigung unter Ermüdungsbelastung von kurzfaserverstärkten Thermoplasten



Janna Krummenacker

Kurzfaserverstärkte Thermoplaste (KFT) zeichnen sich durch ihre guten spezifischen mechanischen Eigenschaften, ihre kostengünstige Herstellung im Spritzgussverfahren sowie die dadurch bedingte variable Formgebung aus. Im Spritzgussverfahren bilden sich Schichten unterschiedlicher Faserorientierung, womit eine ausgeprägte Anisotropie einhergeht. Neben dem anisotropen Materialverhalten sind die mechanischen Eigenschaften von KFT aufgrund der thermoplastischen Matrix außerdem abhängig von den Umgebungsbedingungen wie Feuchte und Temperatur. Daher ist eine Materialcharakterisierung, die alle Einflussfaktoren berücksichtigt, mit einem hohen Prüfaufwand verbunden. Da Ermüdungsversuche an sich schon sehr zeitaufwändig sind, werden in den aktuellen Arbeiten verschiedene Methoden untersucht, mit denen eine effiziente Charakterisierung des Ermüdungsverhaltens von KFT möglich scheint. Dabei kommt die akustische Schallemissionsanalyse zum Einsatz, mit Hilfe derer Mikro-Schädigungen unter mechanischer Belastung detektiert werden können. Außerdem werden die unter Ermüdungslast erfassten Verformungs- und Spannungsdaten mittels Data Mining ausgewertet, um Informationen über die verschiedenen Lebensdauerbereiche Low Cycle, High Cycle und Very High Cycle Fatigue zu erhalten.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer Methodik, die eine Abschätzung der Ermüdungsfestigkeit im Bereich hoher Lastwechselzahlen auf Grundlage von möglichst wenigen und zeiteffizienten Versuchen zulässt.

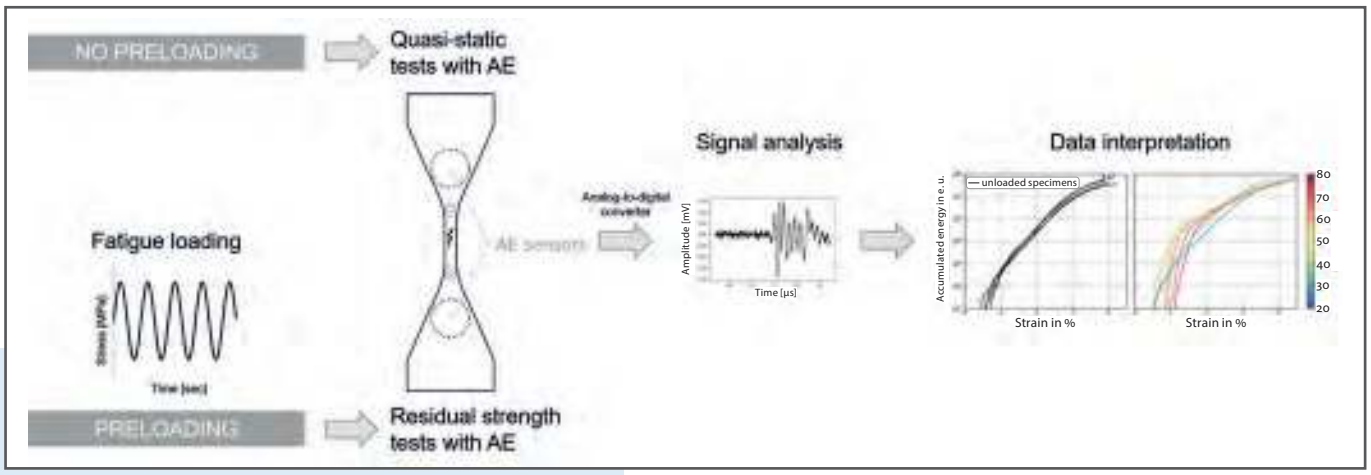


Analyse der anisotropen Mikrostruktur mittels Mikro-Computertomographie

Analysis of the anisotropic micro-structure with X-ray microscope

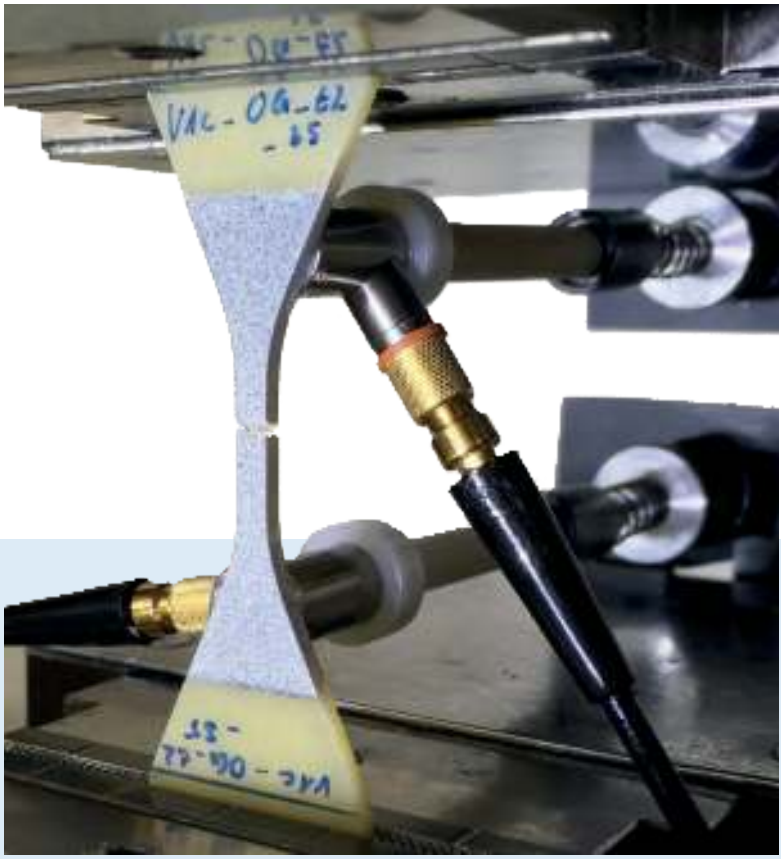
Das Projekt „Systematische Ermittlung der Schädigungsmechanismen von kurzfaserverstärkten Thermoplasten unter Ermüdungslasten und Entwicklung einer Methodik zur zeiteffizienten Bestimmung der High-Cycle-Fatigue-Festigkeit“ wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 398483802.

Damage under Fatigue Loading of Short Fiber Reinforced Thermoplastics



Restfestigkeitsversuche mit Schallemissionsanalyse

Residual strength tests with acoustic emission analysis



Prüfaufbau quasi-statische Zugversuche mit Sensoren zur Schallemissionsprüfung

Test set-up for quasi-static tensile tests with sensors for acoustic emission testing

Good specific mechanical properties, a cost-effective production by injection molding, and the resulting variable shaping characterize short-fiber-reinforced thermoplastics (SFRPs). The injection molding process forms layers of different fiber orientation, which is accompanied by pronounced anisotropy. In addition to the anisotropic material behavior, the mechanical properties of SFRPs are also dependent on environmental conditions such as humidity and temperature due to the thermoplastic matrix. Therefore, a material characterization that considers all influencing factors involves a high testing effort. Since fatigue tests are in themselves very time-consuming, the current work is investigating various methods with which an efficient characterization of the fatigue behavior of SFRPs seems possible. Acoustic emission analysis is used to detect micro-damage under mechanical loading. In addition, the deformation and stress data recorded under fatigue load are evaluated by means of data mining in order to obtain information on the different service life ranges such as low cycle, high cycle and very high cycle fatigue.

The aim of the project is to develop a methodology that allows the estimation of fatigue strength in the range of high numbers of load cycles based on as few and time-efficient tests as possible.

The project "Systematic Identification of Damage Mechanisms of Short Fiber Reinforced Thermoplastics under Fatigue Loading and Development of a Method for Time Efficient Determination of the High Cycle Fatigue Strength" is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) – 398483802.

andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de

Smart Data



Andreas Gebhard

Laborinformationssysteme (LIS) sind das Mittel der Wahl für das Management von Primär-, Sekundär- und Metadaten von Werkstoffuntersuchungen, für daraus abgeleitete Werkstoffkennwerte, für die Ergebnisse analytischer Untersuchungen sowie für die Ein- und Ausgangsdaten von numerischen Simulationen. Das am IVW entwickelte „Smart Data"-LIS bietet mittlerweile umfangreiche und komfortable Funktionen zur Speicherung von Versuchsdaten aus den Bereichen Bruchmechanik, thermomechanische Analyse, Refraktometrie, Zugscherprüfung, Viskositäts- und Permeabilitätsmessung, Tribologie sowie ein flexibles Datenmodell zur Abbildung von Bearbeitungsprozessen an Probekörpern, Werkstücken und Demonstratoren. Zu den in 2021 neu hinzugekommenen Funktionen gehört insbesondere ein digitales Datenmodell für Werkstoffkennwerte, mit dem – anhand des Beispiels der Ebenenpermeabilität – erstmalig eine vollständige und digitale Prozesskette vom Prüfstand bis hin zur numerischen Simulation von Permeabilitätsprozessen realisiert wurde. Die Verwendung quelloffener Software und freier Technologien macht „Smart Data" dabei hochgradig zukunftssicher; die Verwendung aktueller Standards der Informationstechnologie macht es weiterhin jederzeit anschlussfähig an die sich schnell entwickelnde nationale und internationale Forschungsdateninfrastruktur.

Mit „Smart Data" entsteht am IVW ein Laborinformationssystem, das Forschende beim Management von Versuchs-, Werkstoff-, Prozess- und Bauteildaten unterstützt.

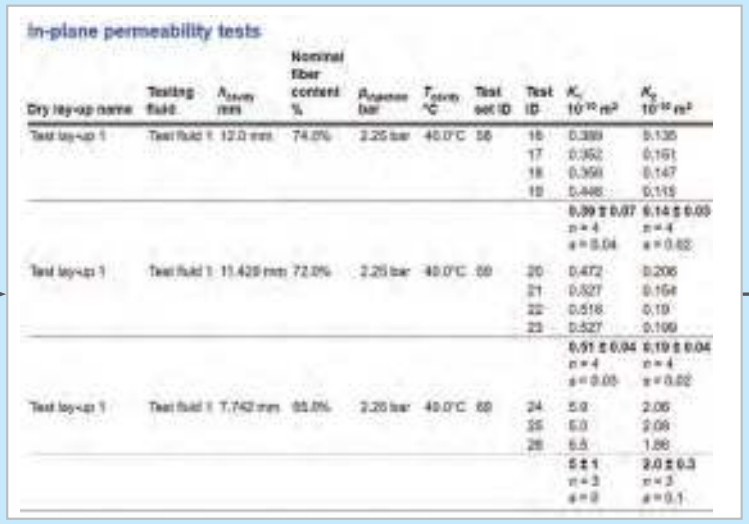
2D-CapaPerm-Prüfstand zur Ermittlung der Ebenenpermeabilitäten K1 und K2 von Verstärkungsstrukturen

2D-CapaPerm test rig for determining the in-plane permeabilities K1 and K2 of reinforcement structures



Ergebnistabelle mit Messreihen zu verschiedenen Faservolumengehalten

Results table with measurement series for different fiber volume contents



in-plane permeability tests

Dry lay-up name	Testing fluid	h_{cavity} mm	Nominal fiber content %	$p_{injection}$ bar	T_{cavity} °C	Test set ID	Test ID	K_1 10^{-10} m²	K_2 10^{-10} m²
Test lay-up 1	Test fluid 1	12.0 mm	74.0%	2.25 bar	40.0°C	56	16	0.389	0.135
							17	0.352	0.151
							18	0.369	0.147
							19	0.446	0.115
								0.39 ± 0.07 n = 4 s = 0.04	0.14 ± 0.03 n = 4 s = 0.02
Test lay-up 1	Test fluid 1	11.429 mm	72.0%	2.25 bar	40.0°C	59	20	0.472	0.206
							21	0.527	0.164
							22	0.516	0.19
							23	0.527	0.199
								0.51 ± 0.04 n = 4 s = 0.05	0.19 ± 0.04 n = 4 s = 0.02
Test lay-up 1	Test fluid 1	7.742 mm	65.0%	2.25 bar	40.0°C	60	24	5.0	2.05
							25	5.0	2.09
							26	6.5	1.86
								5 ± 1 n = 3 s = 0	2.0 ± 0.3 n = 3 s = 0.1

Smart Data

Laboratory Information Systems (LIS) are the tools of choice for the management of primary, secondary and metadata from material investigations, for material properties derived from them, for the results of analytical investigations as well as for input and output data of numerical simulations. "Smart Data" LIS, developed at IVW, now offers extensive and convenient functions for storing test data from the fields of fracture mechanics, thermo-mechanical analysis, refractometry, tensile shear testing, viscosity and permeability measurement, tribology, as well as a flexible data model for mapping machining processes on specimens, workpieces and demonstrators. The new functions added in 2021 include, in particular, a digital data model for material parameters with which, using the example of in-plane permeability, a complete and digital process chain from the material permeability characterization test rig to the numerical simulation of permeability processes has been realized for the first time. The use of open source and free software technologies makes "Smart Data" highly future-proof and the use of current information technology standards makes it compatible and interoperable with the rapidly changing national and international research data infrastructure.

"Smart Data" is a laboratory information system being developed at IVW to support researchers in experimental, material, process and component data management.

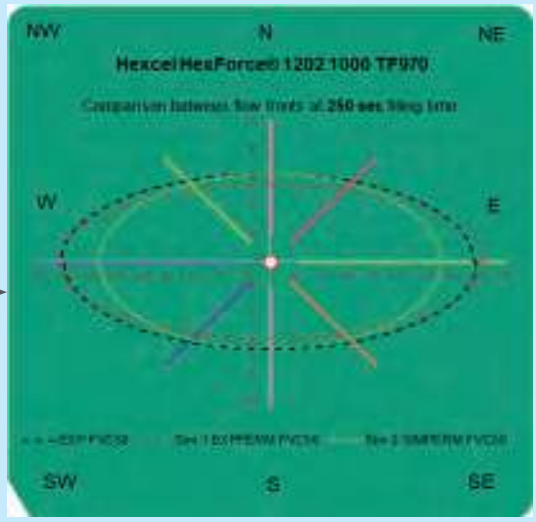
Automatisch exportierbare Materialkarte zur Verwendung in einer Simulationssoftware

Automatically exportable material card for use in simulation software

```
NAME Permeability, 1st principal axis
XLABEL X-axis
YLABEL Y-axis
SCALE 1.000000 1.000000
OFFSET 0.000000 0.000000
0.000000 1e-8
0.400000 1.7132e-09
0.475000 1.3606e-09
0.552000 1.1843e-09
0.597500 6.3451e-10
0.650000 5.4528e-10
0.720000 5.1048e-11
0.740000 3.8605e-11
1.000000 0
```

Vergleich zwischen einer rechnerischen Simulation und realer Flüssigharzimprägnierung einer Verstärkungsstruktur

Comparison between a computational simulation and a real liquid resin impregnation of a structural reinforcement



maximilian.salmins@ivw.uni-kl.de
stefano.cassola@ivw.uni-kl.de

SOPHIA – Smarte Prozesse und Bauweisen für hohe Fertigungskadenzen



Maximilian Salmins

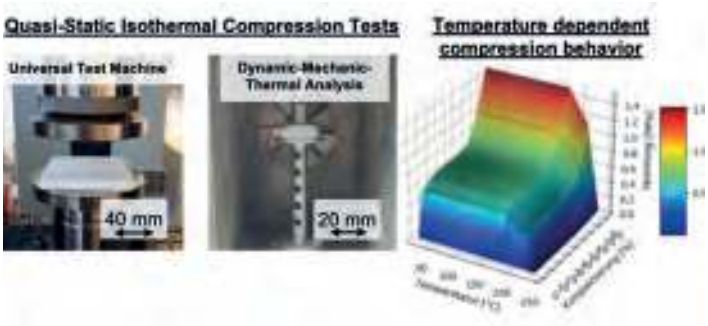


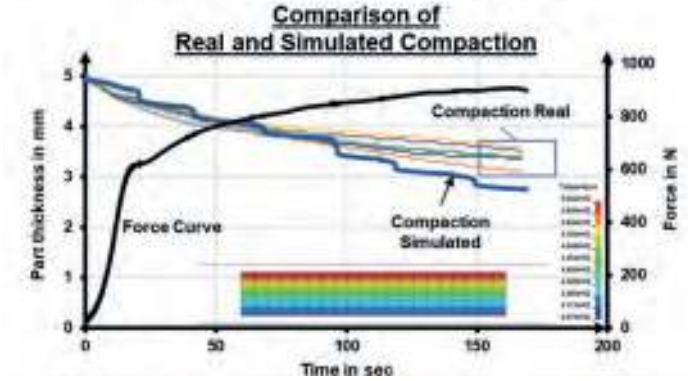
Stefano Cassola

Im Rahmen des Luftfahrtforschungsprojekts SOPHIA wurde am IVW die Herstellung von Integralschäumen aus thermoplastischen Schaumhalbzeugen untersucht. Durch diese Transformation können die mechanischen Eigenschaften der Schäume verbessert werden, wobei die geringen Gewichte nicht verändert werden. In einem zweistufigen isothermen und isochoren Heißpressprozess wurden die beiden Oberflächen von flächigen Schaumhalbzeugen verhautet. Das Druckverhalten von thermoplastischen Schäumen hängt einerseits von der Verarbeitungstemperatur ab und andererseits haben Schäume eine hohe Isolationswirkung. Diese Eigenschaften können genutzt werden, um eine Verhautung durch die Kompaktierung von Schaumzellen lediglich lokal an den Oberflächen zu erreichen und gleichzeitig einen Schaumkern mit seiner niedrigen Dichte zu erhalten. Um das Materialverhalten im Prozess im Detail zu untersuchen, wurde im Projekt ein Laborprüfstand aufgebaut. Unter Nutzung des kommerziellen FE-Codes LS-DYNA® wurden verschiedene FE-Simulationsmethoden auf ihre Eignung zur digitalen Abbildung des Heizpressprozesses untersucht. Als Grundlage für die Simulation wurden zunächst Spannungs-Dehnungs-Kurven aus isothermen Kompaktierungsprozessen nachgebildet, die Optimierung der Prozessparameter erfolgte dabei durch die Optimierungssoftware LS-OPT®. Aufbauend darauf wurden Simulationsmodelle erstellt, durch die die Kompaktierung und Verhautung der Schäume abgebildet werden kann. Der statische Heißpressprozess wurde in einen kontinuierlichen Heißpressprozess anschließend auf einer Intervallheißpresse überführt. Im Thermoformprozess werden die flächigen Halbzeuge in einem IR-Strahlerfeld erwärmt und schließlich auf einer Umformpresse in die finale Bauteilgeometrie überführt. So kann die effiziente Herstellung von schalenförmigen Bauteilen erreicht werden..

Im Rahmen des Projektes SOPHIA wird eine grundsätzlich neue integrale Schaumbauweise mit thermoplastischer Decklage für Kabinenbauteile am Beispiel der Seitenwand entwickelt.

Projektpartner / *Partners:*
Amphenol-Air LB GmbH
Diehl Aviation GmbH
Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Institut für Flugzeugbau, Universität Stuttgart
Neue Materialien Bayreuth GmbH





Simulation des Kompaktierungsverhaltens von thermoplastischen Schäumen

Simulation of compaction behavior of thermoplastic foams

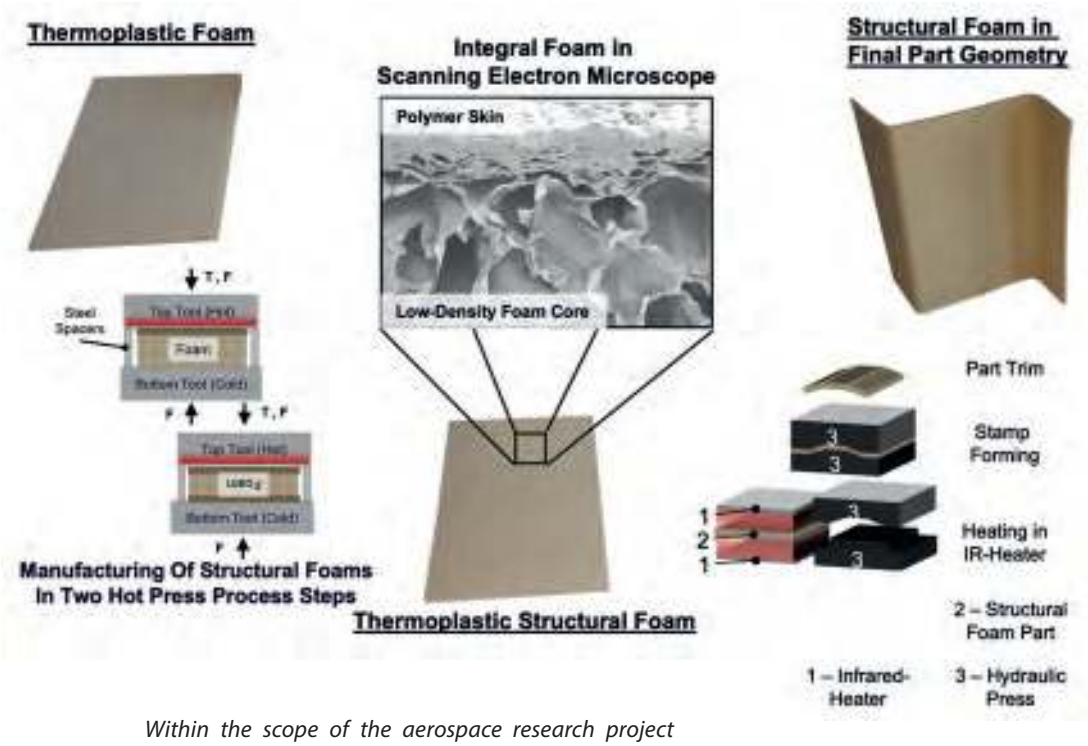
Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das Projekt „ SOPHIA – Smarte Prozesse und Bauweisen für hohe Fertigungskadenzen“ wurde im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms V-3 des Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert (Förderkennzeichen: 20X1715D).

SOPHIA – Smart Processes and Designs for High Production Cadences

Herstellung von Integralschaumbauteilen durch Thermoforming

Manufacturing of structural foam parts through thermoforming



Within the scope of the aerospace research project SOPHIA, the transformation of thermoplastic foams into structural foams was investigated. With this process, mechanical properties can be improved without changing the lightweight nature of the part. A two-step isothermal and isochorous hot press process was developed to manufacture polymer skins on both surfaces of the foam sheet through the local compaction of foam cells. Thermoplastic foams on the one hand exhibit a compression behavior that is highly dependent on process temperature and on the other hand, they show excellent insulation properties. This behavior can be exploited to only compact foam cells locally and manufacture polymer skins on the part surfaces while the low-density foam core stays intact. The commercial FE-code LS-DYNA® has been used to identify several simulations methods, which can be used to reproduce the compaction behavior. Stress-strain-curves determined in quasi-static and isothermal compression tests at different temperatures have been reproduced as a basis for the simulation of the hot press process. Optimization of simulation parameters has been achieved using the optimization software LS-OPT®. Using these parameter sets as a basis for the simulation model, the compaction behavior of the thermoplastic foam during the isothermal hot press process was reproduced. The results from the static hot press process were successfully transferred onto a continuous compression-molding machine to efficiently manufacture structural foam parts. These flat semi-finished products can be transformed into final part geometries using thermoforming processes with IR-heating and stamp forming.

Within the SOPHIA project, a fundamentally new integral foam construction with thermoplastic skin layer for aircraft cabin components is being developed using the sidewall as an example.

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

The project "SOPHIA – Smart Processes and Optimized Designs for High Production Cadences" was funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action within the scope of aeronautical research program V-3 on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 20X1715D).

ThermoStrut – neuartige thermoplastische Luft- und Raumfahrtstreben



Ulrich Blass
ulrich.blass@ivw.uni-kl.de



Stefano Cassola
stefano.cassola@ivw.uni-kl.de



Nithya Sindhe
nithya.sindhe@ivw.uni-kl.de

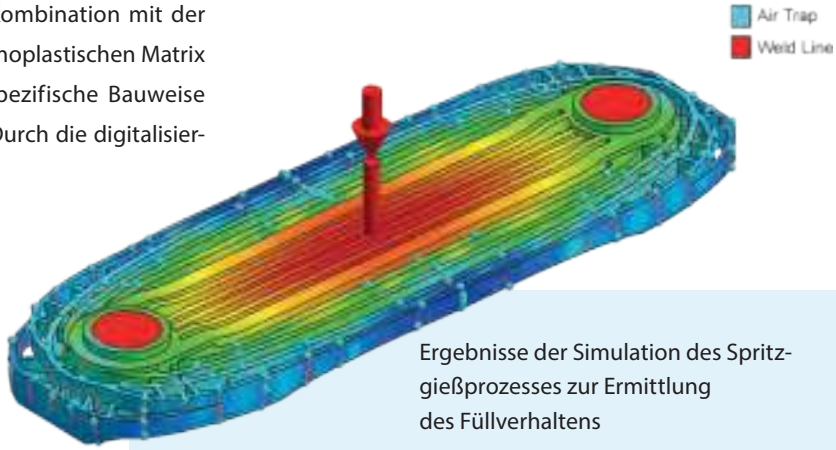
Im Rahmen des Forschungsvorhabens ThermoStrut werden thermoplastische Zug-Druck-Streben (Struts) mit integrierter Lasteinleitung für die Luftfahrt entwickelt. Die Integration der Lasteinleitung in den pultrudierten endlosfaserverstärkten Struts erfolgt entweder durch einen nachgelagerten Spritzgießprozess oder durch ein kombiniertes Umform-/Wickelverfahren. Durch die Kombination dieser verschiedenen Thermoplast-Verfahren wird eine hocheffiziente funktionsintegrierte low-cost Bauweise erreicht. Zusätzlich ermöglicht der Pultrusionsprozess des Struts eine lastpfadgerechte Orientierung der Fasern in axialer Richtung. In Kombination mit der hohen Schlagresistenz der thermoplastischen Matrix ergibt sich eine anwendungsspezifische Bauweise mit maximaler Leichtbaugüte. Durch die digitalisierte Entwicklung der Bauweise und des Fertigungsverfahrens ist es möglich den Einfluss verschiedener Prozessparameter auf die Eigenschaften der Bauweise zu untersuchen. Dadurch können die optimalen Prozessparameter virtuell ermittelt werden, wodurch sich der Aufwand der experimentellen Untersuchungen erheblich reduziert.

Das Projekt ThermoStrut ermöglicht die Fertigung kostengünstiger und lastpfadoptimierter Thermoplast-Struts für die Luftfahrt.

Gefördert durch:

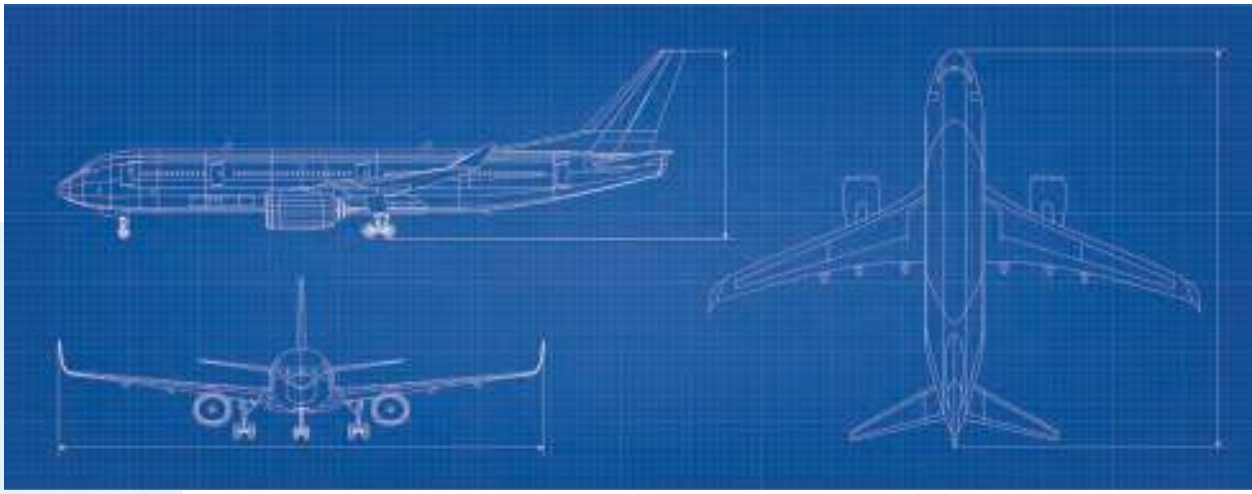
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Ergebnisse der Simulation des Spritzgießprozesses zur Ermittlung des Füllverhaltens

Results from the injection molding process simulation showing the filling behavior



Blaupause eines Flugzeugs

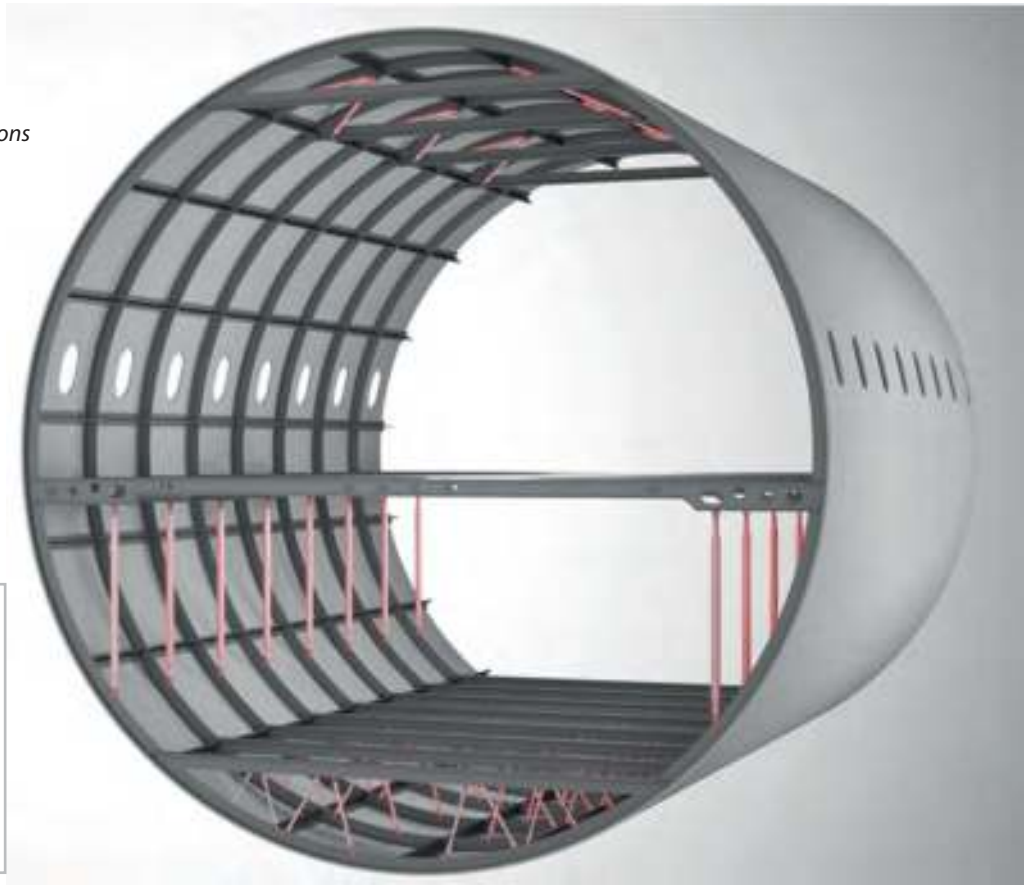
Blueprint of an aircraft

Das Projekt „ThermoStrut – Entwicklung eines digitalisierten Prozesses zur Herstellung neuartiger funktionsintegrierter thermoplastischer Luftfahrt-Struts“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20Q1926B).

ThermoStrut – Novel Thermoplastic Aerospace Struts

Luftfahrtstruts in verschiedenen Positionen im Flugzeugrumpf

Aircraft struts in different positions within a fuselage



Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

The goal of the ThermoStrut project is the development of thermoplastic tension-compression struts with an integrated load introduction for applications in the aviation industry. The integration of the load introduction in the pultruded fiber-reinforced strut can be done either by a subsequent injection molding process or a combined forming/winding process. The combination of different thermoplastic processes results in a highly efficient low-cost design. The production of the strut by pultrusion results in an orientation of the fibers in line with the load path in the axial direction. Combined with the high impact resistance of thermoplastic matrix, this leads to an application-specific lightweight design. The digitized development of the design and production process enables the possibility to investigate the influence of various process parameters on the characteristics of the design. As a result, the optimal process parameters can be determined virtually, which significantly reduces the efforts for experimental investigations.

The project ThermoStrut enables the production of low-cost struts for the aviation-industry with optimized load transfer.

CirComp
A subsidiary of ALBANY Engineered Composites

Projektpartner / *Partner:*
CirComp GmbH

The project "ThermoStrut – Development of a Digitized Process for the Production of Function-Integrated Thermoplastic Aerospace Struts" is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 20Q1926B).

andreas.kenf@ivw.uni-kl.de

TopTape – Tapewickelprozess mit integriertem Qualitätsprüfprogramm



Andreas Kenf

Der laserunterstützte Tapewickelprozess birgt großes Potential für Faser-Thermoplast-Verbund- Bauteile z. B. in der Automobil-, Luftfahrt- und Öl-Gas-Industrie. Der vollautomatische Wickelprozess wurde in den vergangenen Jahren auf einen hohen Reifegrad gehoben und bietet durch die integrierte Sensorik und Thermografie die Basis für die vollständige Prozessüberwachung im Sinne von Industrie 4.0. Aktuell bestehen aber noch Bedarfe in der Anlagentechnik und der Qualitätsprüfung, basierend auf vielen händischen Zwischenschritten, welche den Einsatz des Verfahrens für die Großserie noch einschränken und den Ausschuss erhöhen. Für die Ermittlung optimaler Prozessparameter muss im Moment auf die Erfahrung der Bedienenden bzw. Maschinenhersteller zurückgegriffen werden. Die große Anzahl an Einflussgrößen und die fehlenden Bewertungsverfahren erschweren die bisher manuelle Optimierung der Prozessparameter. Die derzeitige Verwendung von aufwendig ermittelten Materialkennwerten als Qualitätskennzahlen soll im Rahmen dieses Projektes durch einfache, effiziente Prüfmethoden ersetzt werden. Diese sollen als Gesamtpaket in den Fertigungsprozess, zur Parameteroptimierung und Qualitätsüberwachung integriert werden.

Ziel dieses Forschungsprojektes ist die Automatisierung der bisher manuellen Arbeitsschritte, die Entwicklung von vereinfachten Prüfmethoden zur effizienten Parameteroptimierung und die Erweiterung der Prozessüberwachung durch eine online Qualitätskontrolle mit systematischer Erfassung und Überwachung der qualitätsrelevanten Regelungs- und Prozessparameter.

Projektpartner / *Partner:*
AFPT GmbH

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

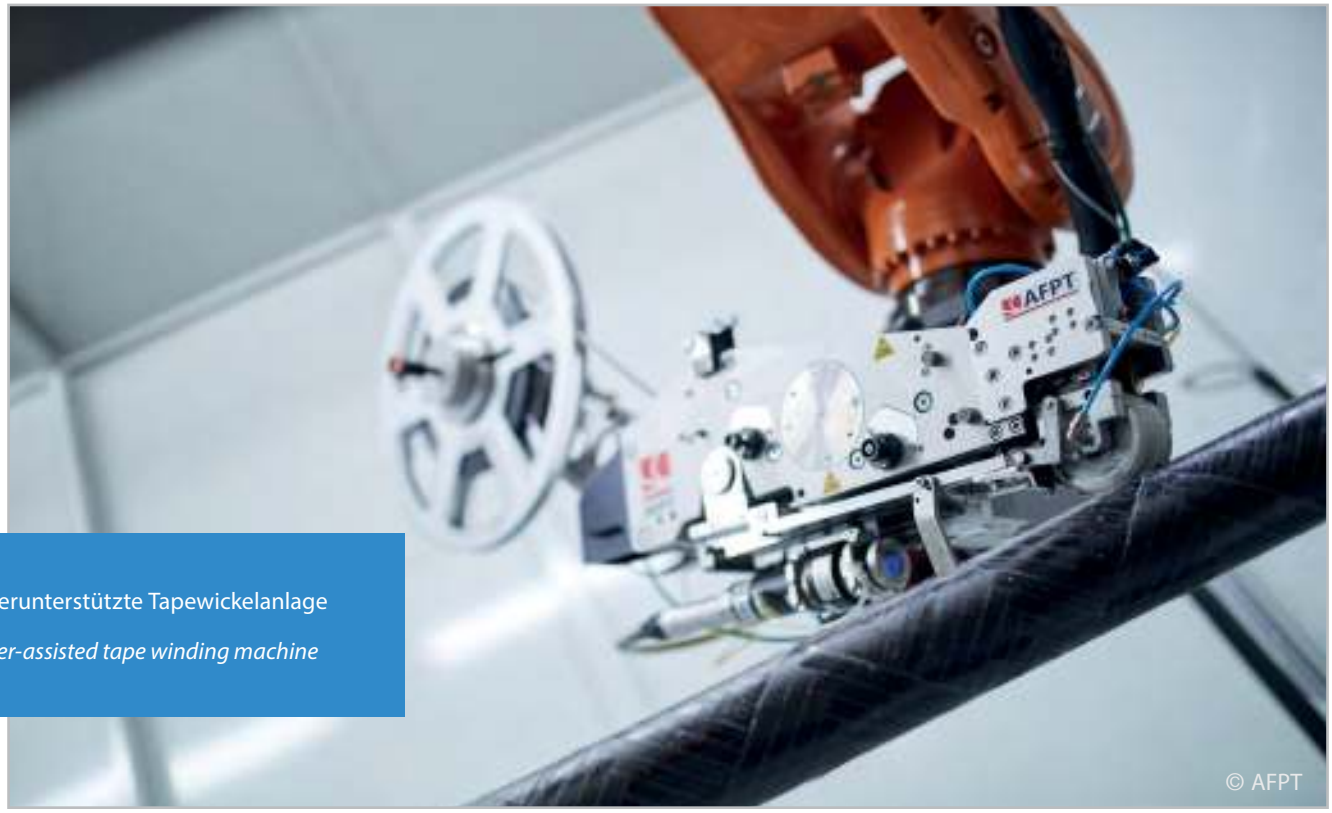


Einfache und effiziente Prüfmethoden zur Integration in den lasergestützten Tapewickelprozess als Mittel zur Prozessoptimierung und Qualitätskontrolle

Simple and efficient test methods for the integration in the laser-assisted tape winding process as a means of process optimization and quality control

Das Projekt „TopTape – Vollautomatisierter, laserunterstützter Tapewickelprozess mit integriertem Qualitätsprüfprogramm“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052325).

TopTape – Tape Winding Process with Integrated Quality Control



Laserunterstützte Tapewickelanlage

Laser-assisted tape winding machine

Laser-assisted tape winding offers a great potential for fiber reinforced plastic components in e.g. automotive, aviation and oil & gas industry. The fully automatic winding process was brought to a high level of maturity in recent years and due to the integrated sensors and thermography it offers the base for a complete process monitoring in the sense of Industry 4.0. As a result of many manual process steps there is currently a need for improvement in system engineering and quality control that leads to limited application of large-scale production and an increased rejection rate. The determination of optimal process parameters at this point requires a high level of experience of the operators or the machine manufacturers. A high number of influencing factors and a lack of assessment methods impede the so far manual optimization of the process parameters. Within this project, simple and efficient test methods are developed to replace the extensive determination of material properties used as a quality indicator. It is aimed to integrate those methods into the manufacturing process as a means of in line process optimization and quality control.

The goal of this research project is the automation of manual process steps, the development of simplified test methods for efficient parameter optimization and the improvement of the process monitoring, involving online quality control with systematic collection and monitoring of quality relevant control and process parameters.

ZIM
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

on the basis of a decision by the German Bundestag

The project "TopTape – Fully Automated, Laser-Assisted Tapewinding Process with Integrated Quality Control Program" is funded by the Federal Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding ZF4052325).

christian.becker@ivw.uni-kl.de

TPC-H2-Storage – Druckbehälter für Wasserstoffspeicherung und Transport



Christian Becker

Um das Wachstumspotenzial der Wasserstoffwirtschaft sowohl technisch als auch infrastrukturell zu erschließen, wird im Projekt TPC-H2-STORAGE die Entwicklung von besonders effizienten Wasserstoffspeichern im Großserienmaßstab durch thermoplastische Faserverbundstrukturen angestrebt. Das IVW soll somit zentraler Entwicklungspartner und Applikationszentrum für regionale und überregionale Unternehmen sein und so zu einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Erholung der Wirtschaft nach der COVID-19-Pandemie beitragen. Konkret zielen diese Maßnahmen auf die Bereiche Mobilität und Energie ab. Dazu werden folgende technische Ziele verfolgt:

- Entwicklung von Designkonzepten sowie großseriengeeigneten Fertigungskonzepten für Wasserstoffspeicher aus thermoplastischen FKV
- Werkstoffmodifikation, -charakterisierung und -optimierung von faserverstärkten Thermoplasten für lebensdaueroptimierte Wasserstoff-Druckbehälter
- Verarbeitung funktionalisierter Thermoplaste und Konzeptentwicklung zur anwendungsnahen und zerstörungsfreien Prüfung von Druckbehältern und Subkomponenten
- Entwicklung eines digitalen Zwillings zur durchgängigen Anwendungsoptimierung vom Werkstoff bis zum qualitätsgesicherten Bauteil

Zur Zielerreichung erfolgt eine Ergänzung der Forschungsinfrastruktur am IVW, die dem Institut Alleinstellungsmerkmale am Standort sichert:

- Erweiterte Prozessmöglichkeiten (hochfunktionale Laborheizpresse, Spritzgussaggregat im Industriemaßstab, Anlagentechnik zur Direkt-Imprägnierung von Endlosfasern)
- Werkstoffgerechte Prüfumgebung (Klimatisierung der Prüfhalle)
- Neuartige Prüfeinrichtungen (Zyklische Zug-Druck-Torsions-Prüfvorrichtung, elektrodynamisches Prüfsystem zur Prüfung unter Medieneinfluss)
- Erweiterte Analysemöglichkeiten (breitbandiges 2,5D Scanning-Ultraschallsytem, AFM-FTIR-TA (Fouriertransformierte Infrarot-Spektroskopie mit Thermischer Analyse), AFM-QNM (Quantitative Nanoscale Mechanical Characterization)

Ziel des Projekts TPC-H2-STORAGE ist es, eine geeignete Infrastruktur und grundlegendes Wissen aufzubauen, um zukünftig die Entwicklung von besonders effizienten mobilen als auch stationären Wasserstoffspeichern im Großserienmaßstab durch thermoplastische Faserverbundstrukturen zu ermöglichen.



Das Projekt zum Auf- und Ausbau von technologieorientierten Kompetenzfeldern
TPC-H2-Storage
wurde als Teil der Reaktion auf die Covid-19-Pandemie von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert.

Das Projekt „TPC-H2-Storage – Infrastrukturentwicklung für thermoplastische Faserverbund-Druckbehälter für Wasserstoffspeicherung und Wasserstofftransport“ wird durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Rahmen der Reaktion der Union auf die COVID-19-Pandemie gefördert (Förderkennzeichen 84009883).

TPC-H2-Storage – Pressure Vessels for Hydrogen Storage and Transport



To open up the growth potential of the hydrogen economy both technically and infrastructural for the economy, the development of particularly efficient hydrogen storage systems on a large scale using thermoplastic fiber composite structures is aim of the TPC-H2-STORAGE project. Thus IVW will become a central development partner and application center for regional and supraregional companies. The aim is to contribute to a sustainable and future-proof recovery of the economy after the COVID-19 pandemic restrictions. Specifically, these measures target the areas of mobility and energy. Therefore, the following technical objectives will be pursued:

- *Development of design concepts as well as production concepts suitable for large-scale production for hydrogen storage systems made of thermoplastic FRPs*
- *Material modification, characterization and optimization of fiber-reinforced thermoplastics for lifetime-optimized hydrogen pressure vessels*
- *Processing of functionalized thermoplastics and concept development for application-oriented and non-destructive testing of pressure vessels and subcomponents*
- *Development of a digital twin for continuous application optimization from the material to the quality-assured component*

To achieve the objectives, the research infrastructure at IVW will be supplemented, which will secure the institute's unique selling points at the location:

- *Expanded process capabilities (highly functional laboratory heating press, industrial-scale injection molding unit, plant technology for direct im-pregnation of continuous fibers)*
- *Testing environment suitable for materials (air conditioning of the testing lab)*
- *Novel testing equipment (cyclic tension-compression-torsion testing device, electrodynamic testing system for testing under the influence of media)*
- *Advanced analysis capabilities (broadband 2.5D scanning ultrasonic system, AFM-FTIR-TA (fourier transformed infrared spectroscopy with thermal analysis), AFM-QNM (quantitative nanoscale mechanical characterization)*

The objective of the TPC-H2-STORAGE project is to establish a suitable infrastructure and fundamental knowledge to enable the future development of particularly efficient mobile as well as stationary hydrogen storage systems on a large scale using thermoplastic fiber composite structures.

The project "TPC-H2-Storage – Infrastructure Development for Thermoplastic Fiber Composite Pressure Vessels for Hydrogen Storage and Transport" is funded by the European Regional Development Fund (ERDF) as part of the Union's response to the COVID-19 pandemic (funding reference 84009883).

florian.gortner@ivw.uni-kl.de

TraNa – einfärbbare und flammfeste Sheet Molding Compounds



Florian Gortner

Im Bereich der Luftfahrt gewinnen umweltfreundliche Lösungen angesichts der hohen Aufmerksamkeit und Relevanz des Klimawandels zunehmend an Bedeutung. In der Passagierkabine stehen hierbei sowohl ökologischer als auch effizienter Leichtbau im Vordergrund. Auf Grund der sehr hohen Designfreiheit bei wirtschaftlichen Fertigungskosten und effizienten Fertigungsprozessen bei gleichzeitigem Verzicht auf umweltschädliche Phenolharze bieten Sheet Molding Compounds (SMC) ein hohes Potenzial zum Einsatz im Kabinenbereich. Bisher wurden im Kabinenbereich meist Polyester- oder Vinylester-basierte SMC-Halbzeuge mit partikulären Flammschutzmitteln eingesetzt um die strengen Brandschutzanforderungen (FST = Fire, Smoke, Toxicity) zu erfüllen. Dies bedingt jedoch sehr hohe Füllgrade, welche sich sowohl negativ auf die optische Qualität der Bauteile (Schlierenbildung und mangelnde Einfärbbarkeit) als auch in den erreichbaren mechanischen Eigenschaften auswirken und hohe Halbzeugdichten bedingen. Hierdurch werden die Anwendungsmöglichkeiten für aktuelle SMCs in Flugzeugkabinen deutlich eingeschränkt. Die meisten Anwendungen in Sichtbauteilen müssen aufgrund der mangelhaften optischen Qualität mit einer kostenintensiven und umweltschädlichen zusätzlichen Lackierung versehen werden. Zudem sind aktuelle SMC-Halbzeuge ausschließlich opak.

Im Verbundvorhaben „TraNa“ werden neuartige flammgeschützte und gleichzeitig transluzente bzw. homogen einfärbbare SMC-Formulierungen zur Anwendung in Flugzeugkabinen entwickelt. Als Matrix wird ein Epoxidharzsystem, welches mit Layered Double Hydroxides (LDH) Nanopartikeln gefüllt ist, eingesetzt.

Projektpartner / *Partners:*

CompriseTec GmbH

Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP (Wildau)

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC (Würzburg)

jetlite GmbH

Nabaltec AG

Polynt Composites Germany GmbH

Recaro Aircraft Seating GmbH & Co. KG

Schill & Seilacher „Struktol GmbH“

Schmidt & Heinzmann GmbH & Co. KG

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



© Schmidt & Heinzmann GmbH & Co. KG

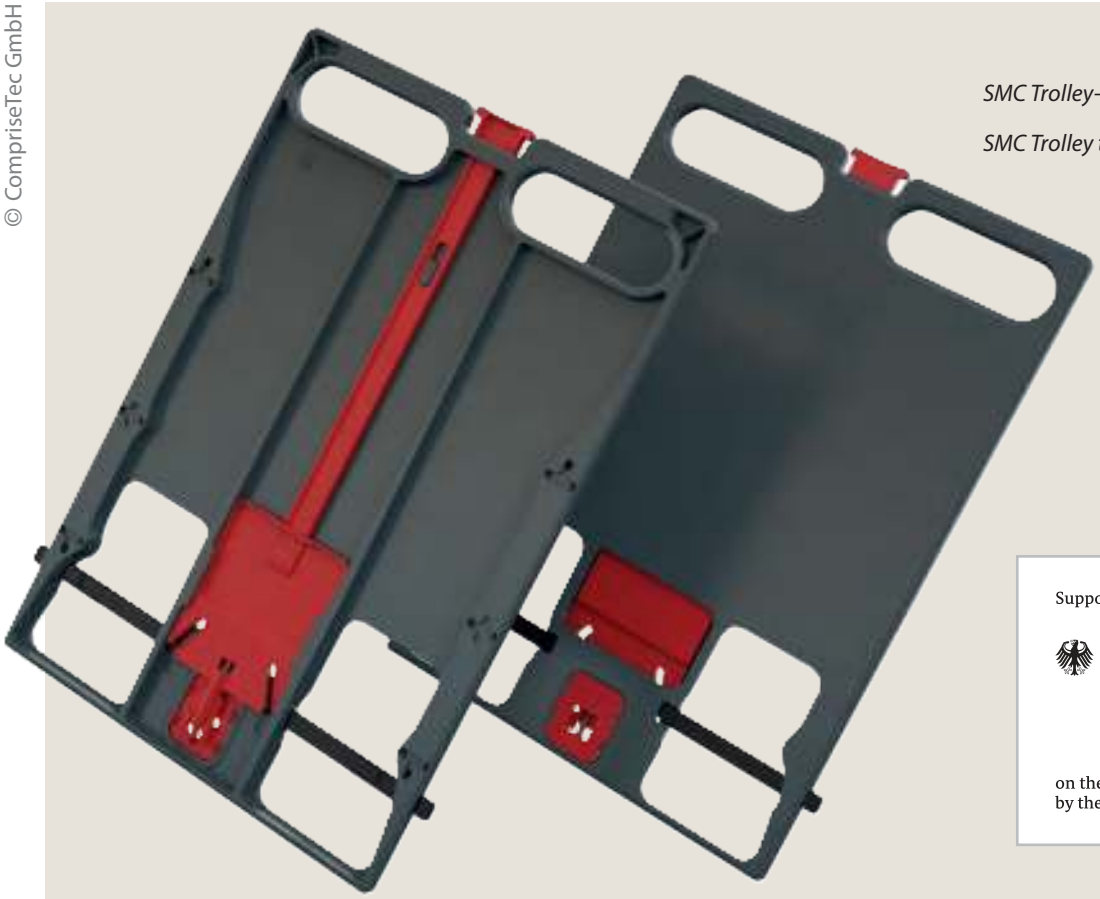
Temperierte Kalandereinheit mit einstellbarem Imprägnierspalt zur prozesssicheren Verarbeitung äußerst hochviskoser Harzpasten

Temperature-controlled calander unit with adjustable impregnation gap for process-reliable processing of extremely high-viscous resin systems

Das Projekt „TraNa – Transluzente und einfärbbare, flammfeste Sheet Molding Compounds auf Basis neuartiger, nanoskaliger Flammschutzmittel für Anwendungen im Luftfahrt-Interiorbereich“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20Q1902C).

TraNa – Colorable and Flame-Resistant Sheet Molding Compounds

© CompriseTec GmbH



SMC Trolley-Tisch mit Lackierung

SMC Trolley table with paint finish

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag

In the aviation sector, environmentally friendly solutions are becoming increasingly important in view of the high awareness and relevance of climate change. In the passenger cabin, the focus is on both ecological and efficient lightweight construction. Due to the very high design freedom with economical manufacturing costs and efficient production processes, while at the same time avoiding environmentally harmful phenolic resins, Sheet Molding Compounds (SMC) offer a high potential for their use in the cabin sector. Up to now, polyester or vinyl ester-based SMC semi-finished products with particulate flame-retardants have mostly been used in the cabin sector to meet the strict fire protection requirements (FST = Fire, Smoke, Toxicity). However, this requires very high filler contents, which have a negative effect on the optical quality of the components (formation of streaks, lack of colorability) as well as on the achievable mechanical properties and necessitate high semi-finished product densities. This significantly limits the application possibilities for current SMCs in aircraft cabins. Most applications in visible components have to be provided with a cost-intensive and environmentally harmful additional coating due to the poor optical quality. In addition, current SMC semi-finished products are exclusively opaque.

In the joint project "TraNa", novel flame-retardant and at the same time translucent or homogeneously colorable SMC formulations are being developed for use in aircraft cabins. An epoxy resin system filled with Layered Double Hydroxides (LDH) nanoparticles is used as matrix.

The project "TraNa – Translucent Colorable and Flame-Resistant Sheet Molding Compounds based on Novel Nanoscale Flame Retardants for Applications in the Aircraft Cabin-Interior" is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 20Q1902C).

andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de

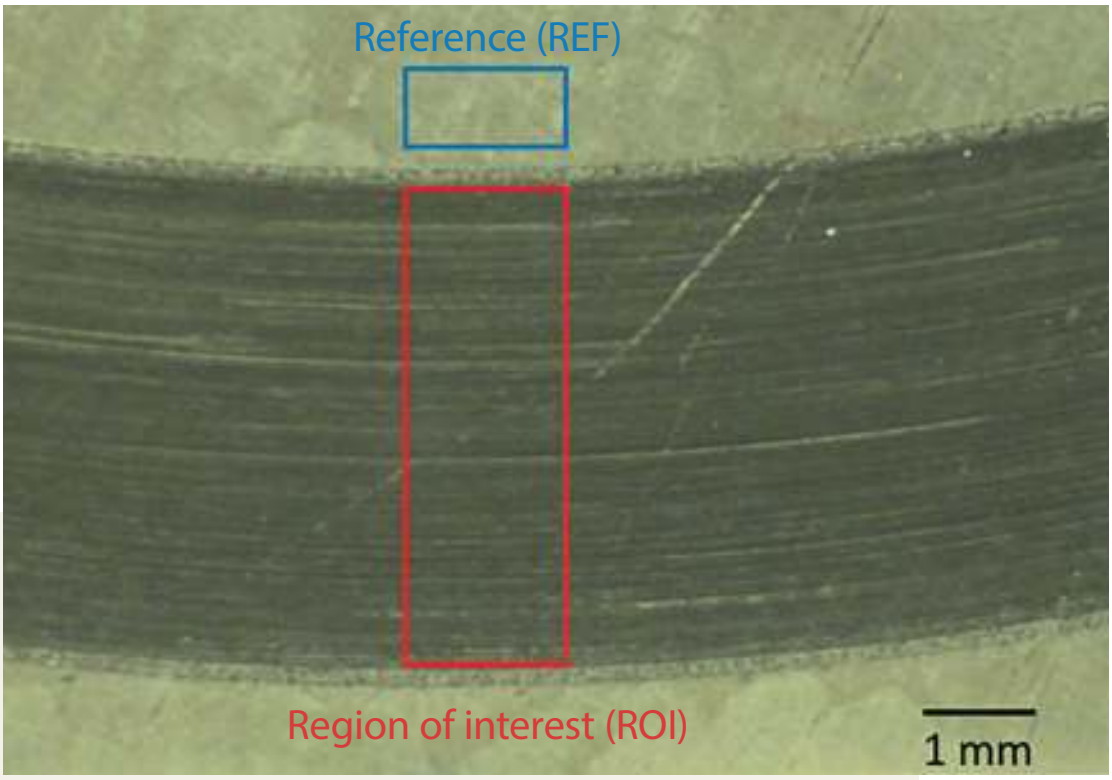
Transferfilmbildung in Nichtstandard-Klimaten



Andreas Gebhard

Bei Polymer-Metall-Gleitkontakten beeinflussen Transferfilme Reibung und Verschleiß signifikant. Trotz intensiver Erforschung liegen nur wenige Erkenntnisse über die Transferfilmbildung in Nichtstandard-Klimaten vor, weshalb eine Vorrichtung zur Durchführung der Transferfilm-Luminanzanalyse (TLA) in solchen Klimaten konstruiert, gefertigt und montiert wurde. Erste Versuche an tribologisch modifiziertem Polyamid, das bei 40 °C trocken gegen 100Cr6 gleitet, deuten darauf hin, dass die Transferfilm-Bildung durch eine höhere Luftfeuchtigkeit signifikant begünstigt wird. Gleichzeitig steigt mit der Luftfeuchtigkeit jedoch auch der beobachtete Gleitreibungskoeffizent. Dies widerspricht zunächst der üblichen Erklärung, dass bei höherer Luftfeuchtigkeit mehr Wasser auf der Metalloberfläche absorbiert vorliegt, was den Reibungskoeffizienten reduzieren sollte. Erst die Erkenntnis, dass hohe Luftfeuchtigkeit auch die Transferfilmbildung begünstigt, liefert eine Erklärung für die gemachte Beobachtung, da die im Vergleich zur Metall/Kunststoff-Reibung erhöhte Adhäsion zwischen Transferfilm und Kunststoff-Prüfkörper ein bekannter Effekt der Bildung von kunststoffbasierten Transferfilmen ist.

Hohe Luftfeuchtigkeit begünstigt die Bildung von kunststoffbasierten Transferfilmen, was wiederum die beobachtete Zunahme des Gleitreibungskoeffizienten mit steigender Luftfeuchtigkeit durch Adhäsion erklärt.

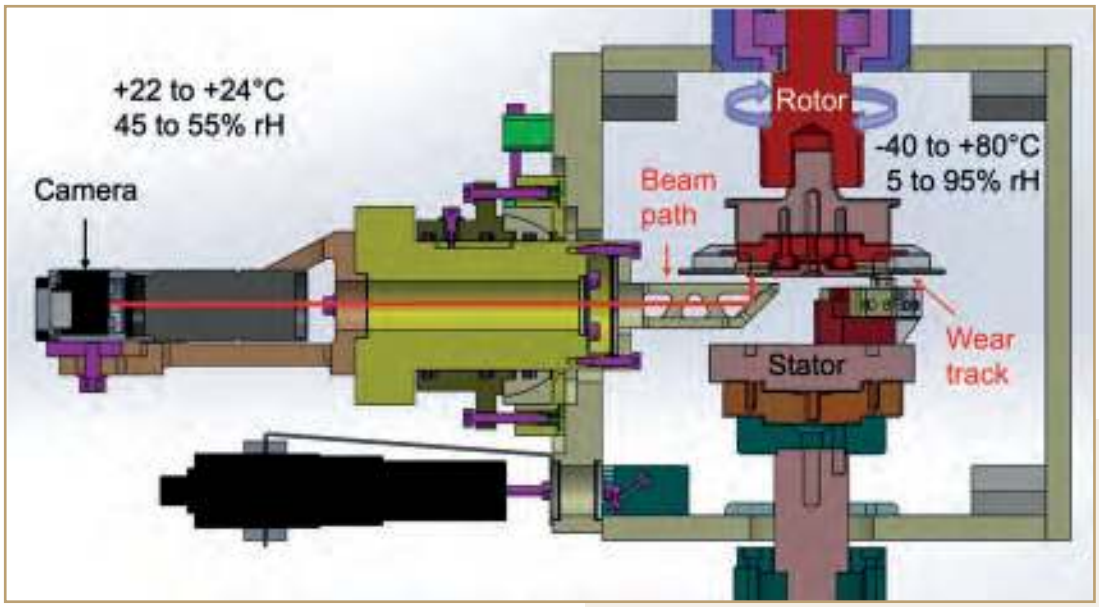


Transferfilm, der sich in einer Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit in einem Stift-Scheibe-Tribometer bildet

Transfer film formed in a high-humidity environment in a pin-on-disc-tribometer

Das Projekt „Einfluss von Transferfilm-Bildungsmechanismen auf Reibung und Verschleiß von Polymermatrix-Verbundwerkstoffen“ wurde gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 389811744.

Transfer Film Formation in Non-Standard Climates

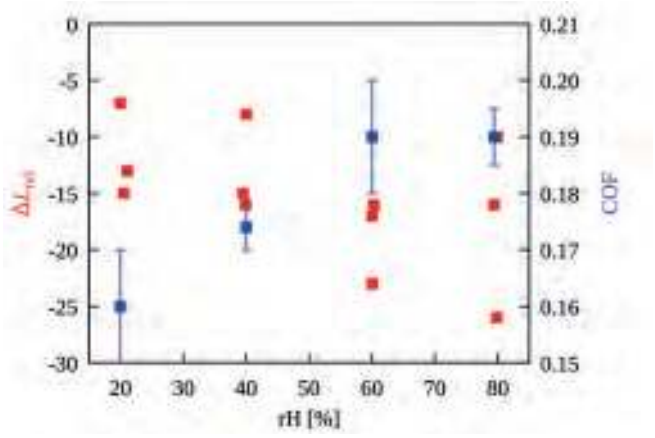


Versuchsaufbau anhand eines Längsschnitts durch den Strahlengang und die Drehachse

Longitudinal section of the experimental setup through the beam path and the axis of rotation

In polymer-metal sliding contacts, transfer films significantly affect friction and wear. Despite intensive research, little is known about transfer film formation in non-standard climates. Therefore, a device for performing transfer film luminance analysis (TLA) in such climates was designed, fabricated and assembled. Preliminary experiments on tribologically modified polyamide sliding dry against 100Cr6 at 40°C indicate that transfer film formation is significantly enhanced by higher humidity. At the same time, however, the observed coefficient of friction also increases with humidity. This initially contradicts the usual explanation that more water is absorbed on the metal surface at higher humidity which should reduce the coefficient of friction. Only the realization that high humidity also favors transfer film formation provides an explanation for the observation made, since the increased adhesion between transfer film and polymeric test specimen compared to metal/plastic friction is a known effect of the formation of polymer-based transfer films.

Increased humidity favors the formation of polymer-based transfer films which in turn explains the observed increase in the coefficient of friction with increasing humidity due to adhesion.



Änderung der relativen Luminanz (rot, drei Einzelversuche) und Gleitreibungskoeffizient (blau, Mittelwert und Standardabweichung) in Abhängigkeit der gemessenen relativen Luftfeuchtigkeit (T = 40°C)

Change of relative luminance (red, three individual tests) and coefficient of friction (blue, mean and standard deviation) as a function of measured relative humidity (T = 40°C)

The project "Impact of Transfer Film Formation Mechanisms on Friction and Wear of Polymeric Compounds" was funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) – 389811744.

jan.rehra@ivw.uni-kl.de

TriPhaHyb – Stahl-Glas-Thermoplast-Faserhybridverbundwerkstoffe



Jan Rehra

Durch die gezielte Auswahl, Modifikation und Zusammensetzung unterschiedlicher Kunststoffe und Verstärkungsfasern bieten Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) einzigartige Möglichkeiten zur anwendungsfallbezogenen Einstellung und Optimierung von Bauteileigenschaften. So kann gezeigt werden, dass beispielsweise durch die Kombination von Stahlfasern und klassischen Verstärkungsfasern innerhalb eines hybriden FKV die richtungsabhängigen, mechanischen und bruchmechanischen Eigenschaften in weiten Bereichen eingestellt werden. Insbesondere im Hinblick auf die Anpassung von bruchmechanischen Eigenschaften wie die an ein Versagen gekoppelte Energieabsorption sind neben den mechanischen Eigenschaften der Hybridisierungspartner vor allem auch die angewandte Hybridisierungsstrategie und die daraus resultierende Werkstoffmikrostruktur entscheidende Einflussgrößen.

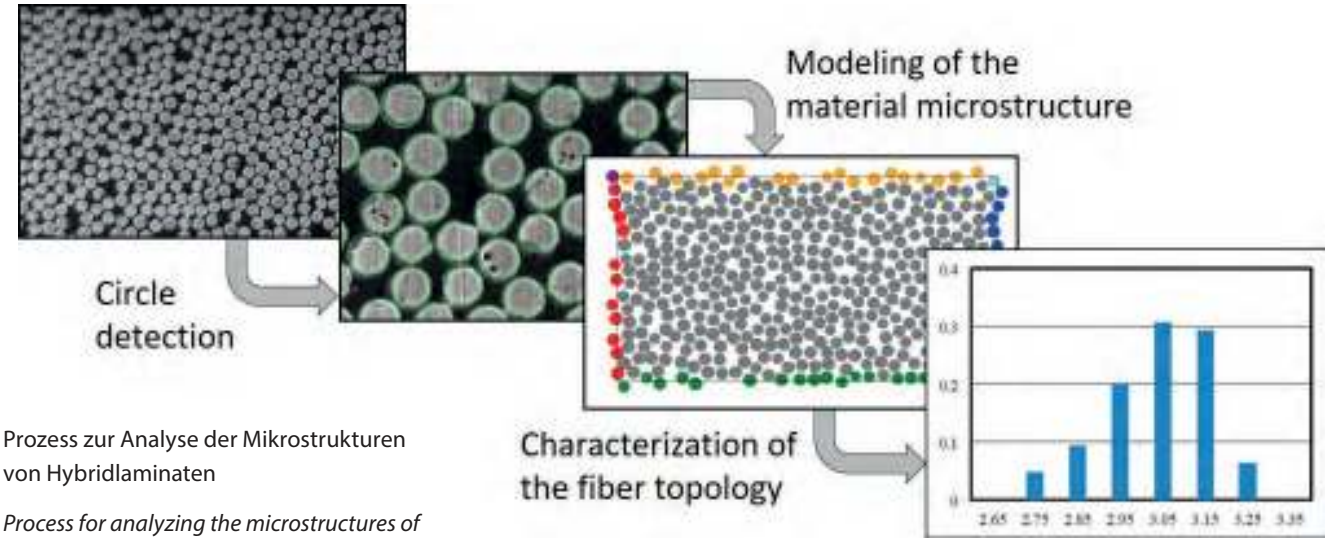
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

ITM

Projektpartner / *Partner:*

Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik – ITM (Technische Universität Dresden)

Während vorangegangene Untersuchungen technologiebedingt vorwiegend auf die Untersuchung von auf Einzelschichtebene hybridisierten FKV fokussiert sind, konzentrieren sich die aktuellen Arbeiten auf die Herstellung, Charakterisierung und Beschreibung von auf Filamentebene hybridisierten FKV. Hierzu werden aus Glas-, Stahl- und Polypropylenfilamentgarnen mit Hilfe einer modifizierten Lufttexturiermaschine dreiphasige Hybridfilamentgarne und im weiteren Verlauf mit Hilfe von Wickel- und Presstechnologien Hybridlaminate hergestellt. Zur Charakterisierung der mit dieser Hybridisierungstechnologie verbundenen Einstellmöglichkeit der Werkstoffmikrostruktur sowie der daraus entstehenden Konsequenzen für das mechanische Verhalten erfolgt neben der experimentellen Untersuchung eine detaillierte numerische Werkstoffcharakterisierung mit Hilfe von repräsentativen Volumenelementen.

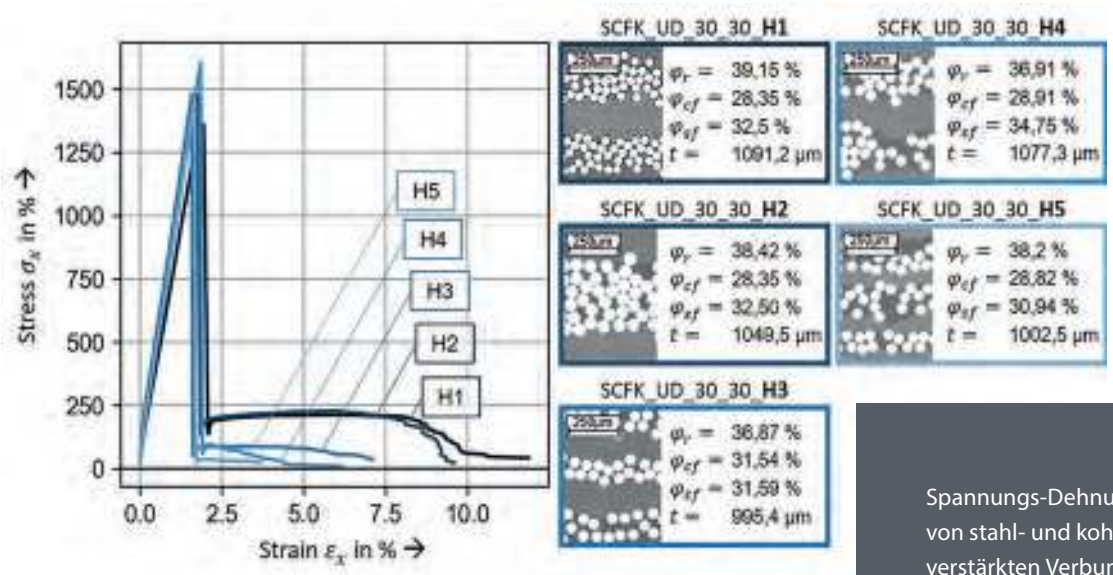


Prozess zur Analyse der Mikrostrukturen von Hybridlaminaten

Process for analyzing the microstructures of hybrid laminates

Das Projekt „TriPhaHyb – Homogen dispergierte Stahl-Glas-Thermoplast-Faserhybridverbundwerkstoffe mit duktilem Materialverhalten und hoher Strukturintegrität“ wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 441549528.

TriPhaHyb – Steel-Glass-Thermoplastic Fiber Hybrid Composites



Spannungs-Dehnungs-Verhalten von stahl- und kohlenstofffaser-verstärkten Verbundwerkstoffen mit unterschiedlichen Hybridisierungsgraden

Stress-strain behavior of steel and carbon fiber reinforced composites with different degrees of hybridization

Due to the selection, modification and composition of different plastics and reinforcing fibers, fiber reinforced plastics (FRP) offer unique possibilities regarding the design of tailored and optimized component properties. It can be shown that, for example, the combination of steel fibers and classic reinforcing fibers within a hybrid FRP enables the direction-dependent modification of mechanical and fracture-mechanical properties in a wide range. In particular, with regard to the adjustment of fracture mechanical properties such as the failure related energy absorption, in addition to the mechanical properties of the hybridization partners, the applied hybridization strategy and the resulting shape of the material microstructure are decisive influencing variables..

While previous investigations were mainly focused on the investigation of FRP hybridized on single-layer level, the current work concentrates on the manufacturing, characterization and description of FRP hybridized at filament level. For this purpose, three-phase hybrid filament yarns are produced from glass, steel and polypropylene filament yarns by use of a modified air-texturing machine. These hybrid yarns are further processed to hybrid laminates using winding and press technologies. In order to characterize the influence of this new possibility to adjust the material microstructure as well as the resulting consequences for the mechanical behavior, in addition to the experimental investigation, a detailed numerical material characterization is carried out using representative volume elements.

The project " TriPhaHyb – Homogeneously Dispersed Steel-Glass-Thermoplastic Fiber Hybrid Composites with Ductile Material Behavior and High Structural Integrity" is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) – 441549528.

Verarbeitung von thermoplastischen Verbundwerkstoffen


Jens Schlimbach


Michael Päßler

jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de
michael.paessler@ivw.uni-kl.de

Ziel dieses Projekts ist es, thermoplastisch faserverstärkte Kunststoffe (TP-FKV) für Anwendungen in Luft- und Raumfahrtindustrie zu evaluieren. Im Fokus stehen spezielle Hochtemperatur-Thermoplaste mit unidirektionaler Verstärkung wie UD-Tapes und Organobleche. Dabei werden Prozessketten von der Halbzeug-Herstellung bis zur Bauteilfertigung unter Einbeziehung von Aspekten der Qualitätssicherung und Fragen der Wirtschaftlichkeit beurteilt. Neben der Verarbeitung spezieller Hochtemperatur-Thermoplaste mit unidirektionaler Verstärkung im Press- und Intervall-Heißpressverfahren demonstriert das IVW die hohen Ablegeraten seiner neuen Tapelegemaschine zur Herstellung von TP-Preforms durch Vorkonsolidierung von faserverstärkten thermoplastischen Hochleistungshalbzeugen (ATP - Automated Tape Placement). Der anschließende schnelle Thermoformprozess in Kombination mit einer Infraroterwärmung und das nachgelagerte induktive Verschweißen von TP-FKV ohne zusätzliche Klebstoffe durch Aufschmelzen des Polymers in der Fügezone zeigen die technischen und wirtschaftlichen Potentiale thermoplastischer Verbundwerkstoffe.

Zusammen mit der CirComp GmbH evaluiert das IVW eine typische Prozesskette zur Verarbeitung endlosfaserverstärkter, thermoplastischer Composites und die techno-ökonomischen Vorteile dieser Werkstoffgruppe.

Projektpartner / *Partner:*
CirComp GmbH



Thermoformen von CFK-Organoblechen und tapegelegten Preforms

Stampforming of Thermoplastic Consolidated Laminate (TPCL) and AFP preforms

Processing of Thermoplastic Composites



Induktionsschweißen von Organoblechen

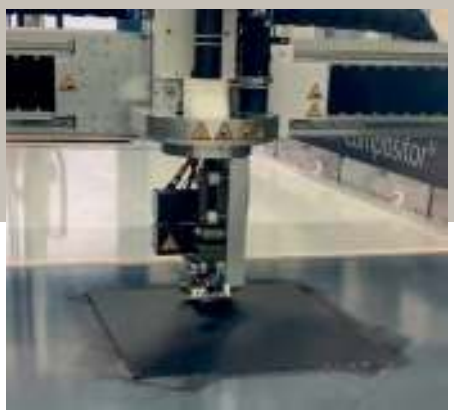
Induction welding of TPCL

The aim of this project is to evaluate thermoplastic fiber-reinforced plastics (TP-FRP) for applications in the aerospace industry. The focus is on special high-temperature thermoplastics with unidirectional reinforcement such as UD tapes and organo sheets. Process chains from semi-finished product manufacture to component production have been evaluated, taking into account quality assurance aspects and questions of cost effectiveness. In addition to processing special high-temperature thermoplastics with unidirectional reinforcement in press and interval hot-pressing processes, IVW demonstrates the high deposition rates of its new tape-laying machine for the production of TP preforms by pre-consolidation of fiber-reinforced thermoplastic high-performance semi-finished products (ATP - Automated Tape Placement). The subsequent rapid thermoforming process in combination with infrared heating and the downstream inductive welding of TP-FRP without additional adhesives by melting the polymer in the joining zone demonstrate the potential technical and economic advantages of thermoplastic composites.

Together with CirComp GmbH, IVW is evaluating a typical process chain for processing continuous fiber-reinforced thermoplastic composites and the techno-economic advantages of this group of materials.

Schnelle Multitaxiale Tapelegeanlage

Fast Multitaxial Tape Laying Machine



barbara.guettler@iww.uni-kl.de

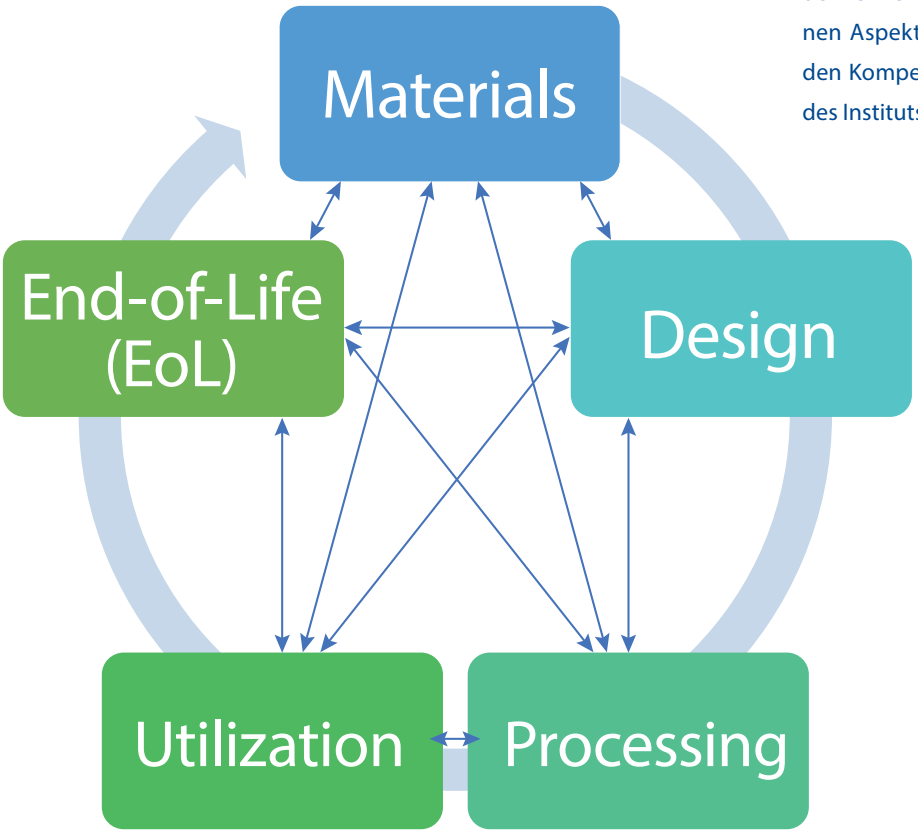
Verbundwerkstoffe und Nachhaltigkeit



Barbara Güttler

Verbundwerkstoffe gelten grundsätzlich als nachhaltig, da sie ein großes Leichtbaupotenzial und eine lange Haltbarkeit aufweisen, die oft über die durchschnittliche Lebenserwartung eines Fahrzeugs hinausgeht. Für ein wirklich nachhaltiges Material ist jedoch eine umfassendere Herangehensweise erforderlich. Um nachhaltige Lösungen zu schaffen ist es von zentraler Bedeutung, den Kreislauf von Verbundwerkstoffen zu schließen. Das bedeutet nicht nur, dass die Materialien und Bauteile recycelt werden, sondern dass die Wertschöpfungskette ganzheitlich betrachtet wird. Ausgehend von der Materialauswahl und der Konstruktion neuer Komponenten werden die resultierenden Verarbeitungstechnologien und die Nutzungsphase der Komponenten sowie die Prozesse zur Demontage und Sortierung am Ende des Lebens (EoL) bestimmt. Ausgehend von der Materialauswahl und der Konstruktion neuer Komponenten werden die resultierenden Verarbeitungstechnologien und die Nutzungsphase der Komponenten sowie die Prozesse zur Demontage und Sortierung am Ende des Lebens (EoL) bestimmt. Auf Materialebene können nachhaltige Lösungen z.B. Naturfasern und Polymere aus „green building blocks“, atmosphärisches CO_2 aber auch recycelte Kohlenstofffasern und Polymere sein. Bei der Entwicklung neuer Bauteile müssen diese Entscheidungen berücksichtigt werden, ebenso wie die EoL-Strategien zur Demontage und Sortierung der Bauteile und Materialien. Tatsächlich ist es bei der Suche nach neuen Wegen zum Recycling von Materialien notwendig, erste Möglichkeiten und Prozesse zur Wiederverwendung von Verbundwerkstoffen und -komponenten zu finden, da sie aufgrund ihres geringeren Energieverbrauchs und höheren Erhalts der mechanischen Eigenschaften einen höheren Stellenwert haben.

Grundlegend für alle Wege ist eine einheitliche Qualität des Materials, die eine zuverlässige Leistung bei der Verwendung gewährleistet. All diese verschiedenen Aspekte sind Teil der Forschungsaktivitäten in den Kompetenzfeldern der drei Programmbereiche des Instituts.

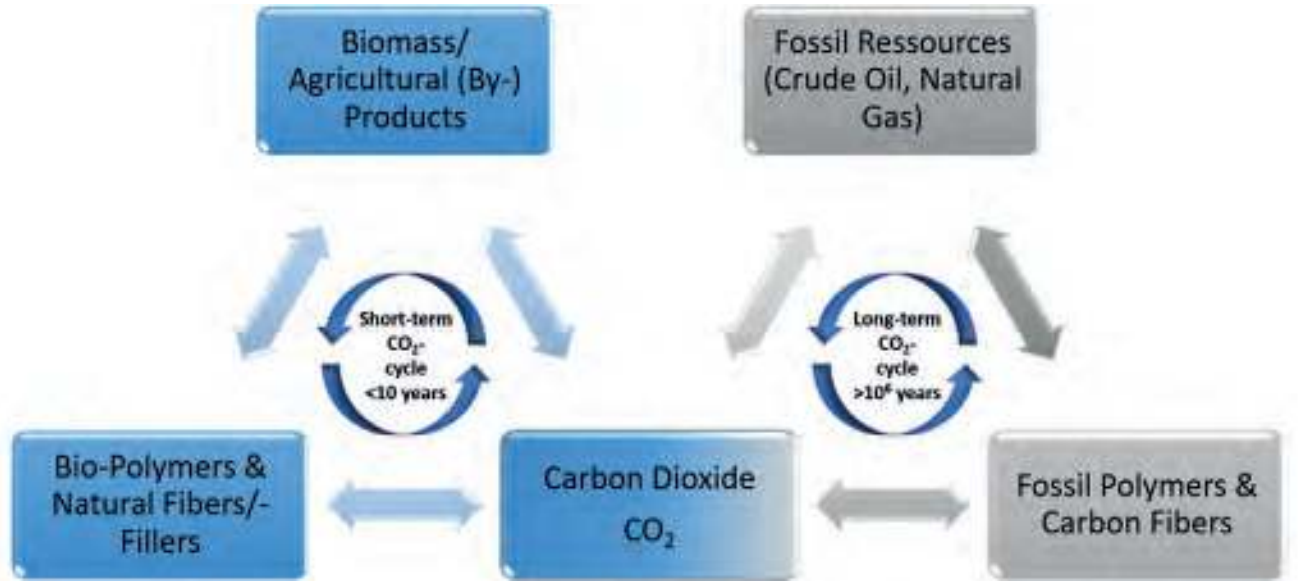


RENEWABLE CARBON INITIATIVE
CO_2
Member

Die verschiedenen Phasen einer Komponente beeinflussen sich gegenseitig und somit auch den Grad der Nachhaltigkeit

The different phases of a component affecting each other and therefore its degree of sustainability

Composites and Sustainability



Kohlenstoffkreislauf

Carbon Cycle

Composite materials are sustainable since they have a high lightweight potential and long durability often beyond the average life expectancy of a typical vehicle. However, for a true sustainable material a more comprehensive approach is needed. In order to create sustainable solutions it is central to cycle composite materials in a closed loop. This means not only to recycle the materials and components but also to look at the value chain in a holistic way. Starting by the selection of materials and designing new components will determine the resulting processing technologies and the utilization phase of the components as well as the processes needed to disassemble and sort them at their end of life (EoL). On a material level, the sustainable criteria can be renewable resources such as natural fibers and polymers from green building blocks or even atmospheric CO_2 or rather recycled materials such as recycled carbon fibers and recycled polymers. Designing new components, these selections need to be considered but also EoL-strategies for disassembling and sorting of the components and materials need to be planned right from the start. In fact, when looking into new ways to cycle materials it is necessary to find first ways and processes to reuse composite materials and components since it is ranked higher in the waste hierarchy due its lower energy consumption and higher retention of mechanical properties.

Fundamental for all routes is a uniform quality of the material that ensures a reliable performance when used. All these different aspects are part of the research activities throughout the competence fields in the three program areas at the institute.

WaVe – Innovative FKV-Tankstruktur zur Wasserstoffspeicherung



Nicole Motsch

nicole.motsch@ivw.uni-kl.de



Thomas Pfaff

thomas.pfaff@ivw.uni-kl.de

Im Rahmen des WaVe-Projektes entwickelt das IVW eine leichtbauoptimierte FKV-Drucktankbauweise zur Speicherung von gasförmigem Wasserstoff für den neu zu entwickelnden Wasserstoff-Verbrennungsmotor für Nutzfahrzeuge im Medium-Duty Segment. Abweichend von FKV-Drucktanks, die im herkömmlichen Wickelverfahren gefertigt werden, kann die optimierte Tankbauweise auch in offener und nicht nur in geschlossener FKV-Bauweise hergestellt werden. Das ermöglicht einen Zugang zum Innenraum bei gleichzeitig maximaler Leichtbaugüte. Die Ausleitung der Kraft aus dem zylindrischen FKV-Bereich in den metallischen Dom bzw. das metallische Fitting wird über die sog. „IVW-Lasteinleitung" realisiert. Dabei erfolgt die Ausleitung der Last aus den axialen Faserlagen (0°-Lagen) lagenweise in die Vertiefungen des metallischen Bauteils. Umfangslagen pressen dabei die Längslagen in die Vertiefungen durch eine aufgebrachte Vorspannung bei der Herstellung sowie durch minimales „Gleiten" im Betrieb. Die Zugspannung in den Umfangslagen wird durch ein „Gleiten" auf den größeren Querschnitt der Vertiefung sowohl bei Druck als auch bei Zugbelastung erhöht. Damit wird bei auftretender Lasterhöhung ebenso die Verpressung der Längslagen erhöht. Diese Bauweise ermöglicht die Minimierung des Lastüberhöhungsfaktors in der Lasteinleitung auf ca. 1,4 im Vergleich zu ca. 3-10 bei herkömmlichen Lasteinleitungsvarianten und ermöglicht so maximalen Leichtbau. Ziel des Vorhabens WaVe ist es, dieses Wirkprinzip auf die Herstellung von FKV-Wasserstofftanks zu übertragen. Parallel dazu wird das Fertigungsverfahren entwickelt, bei dem in Abgrenzung zum Wickelverfahren nur 0°- und 90°-Lagen ohne Ondulation vorliegen.

Im Projekt WaVe werden durch das IVW neuartige, leichtbauoptimierte FKV-Drucktanks zur Speicherung von gasförmigem Wasserstoff entwickelt.

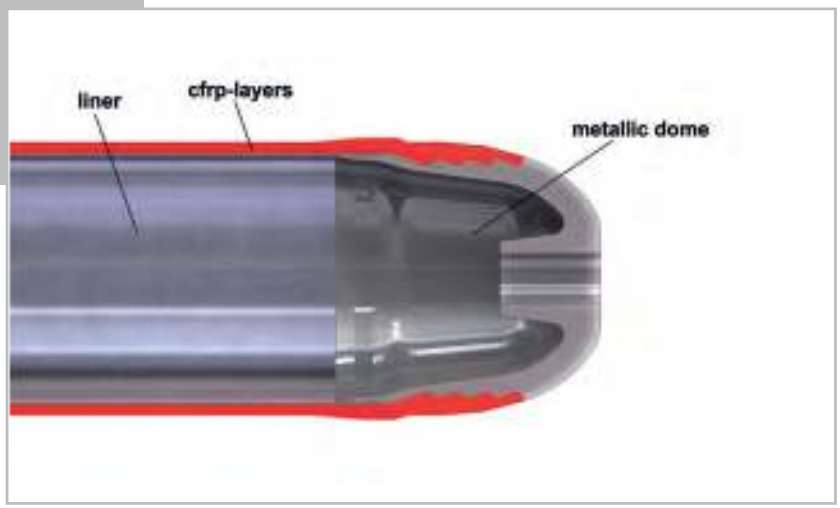
Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektpartner / *Partners:*

comlet Verteilte Systeme GmbH
Commercial Vehicle Cluster – Nutzfahrzeug GmbH
Daimler Truck AG
Eichenauer Heizelemente GmbH & Co. KG
HYDAC Process Technology GmbH
Photonik-Zentrum Kaiserslautern e. V.
Thomas Magnete GmbH



Übertragung des Prinzips der IVW-Lasteinleitung auf das Druckbehälterdesign

Transfer of the principle of IVW load introduction to the pressure vessel design

Das Projekt „WaVe – Entwicklung und prototypische Erprobung von Wasserstoff-Verbrennungsmotoren als emissionsminimierende Antriebssysteme für Nutzfahrzeuge im Medium-Duty Segment" wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 19I21028K).

WaVe – Innovative FRP Tank Structure for Hydrogen Storage



Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

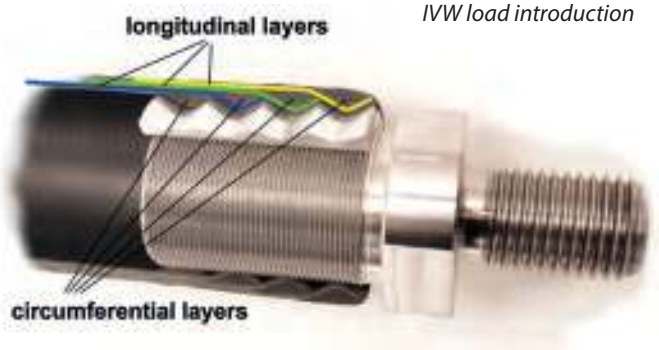
on the basis of a decision
by the German Bundestag

Within the project WaVe, IVW is developing a lightweight optimized FRP pressure vessel tank for the storage of gaseous hydrogen. The tank will be used for the novel hydrogen combustion engine for commercial vehicles in the medium-duty segment. In deviation from FRP pressure tank designs, which are manufactured using a conventional winding process, the optimized tank design can also be manufactured in an open and not just closed FRP construction. This allows access to the interior and at the same time maximum lightweight design. The transfer of the load from the cylindrical FRP area into the metallic dome or fitting is realized by means of the so-called "IVW load introduction". The load is transferred from the longitudinal fiber layers (0° layers) into grooves of the metallic component layer by layer. Circumferential layers press the longitudinal layers into the grooves by means of a preload applied during manufacture and by minimal "sliding" during operation. The tensile stress in the circumferential layers increases by "sliding" onto the larger cross-section of the grooves under both compressive and tensile loads. This likewise increases the compression of the longitudinal layers when load increases. This design allows the load multiplication factor in the load introduction to be minimized to about 1.4 compared to about 3-10 for conventional load introduction variants. This enables maximum lightweight construction. The aim of the WaVe project is to transfer this principle to the manufacture of FRP hydrogen tanks. In parallel, the manufacturing process will be developed in which, in contrast to the conventional winding process, only 0° and 90° layers are present without ondulation.

In the WaVe project, IVW is developing novel, lightweight FRP pressure tanks for the storage of gaseous hydrogen.

IVW-Lasteinleitung

IVW load introduction



The project "WaVe – Development and Prototype Testing of Hydrogen Combustion Engines as Emission-Minimizing Drive Systems for Commercial Vehicles in the Medium-Duty Segment" is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 19I21028K).

PERSONAL



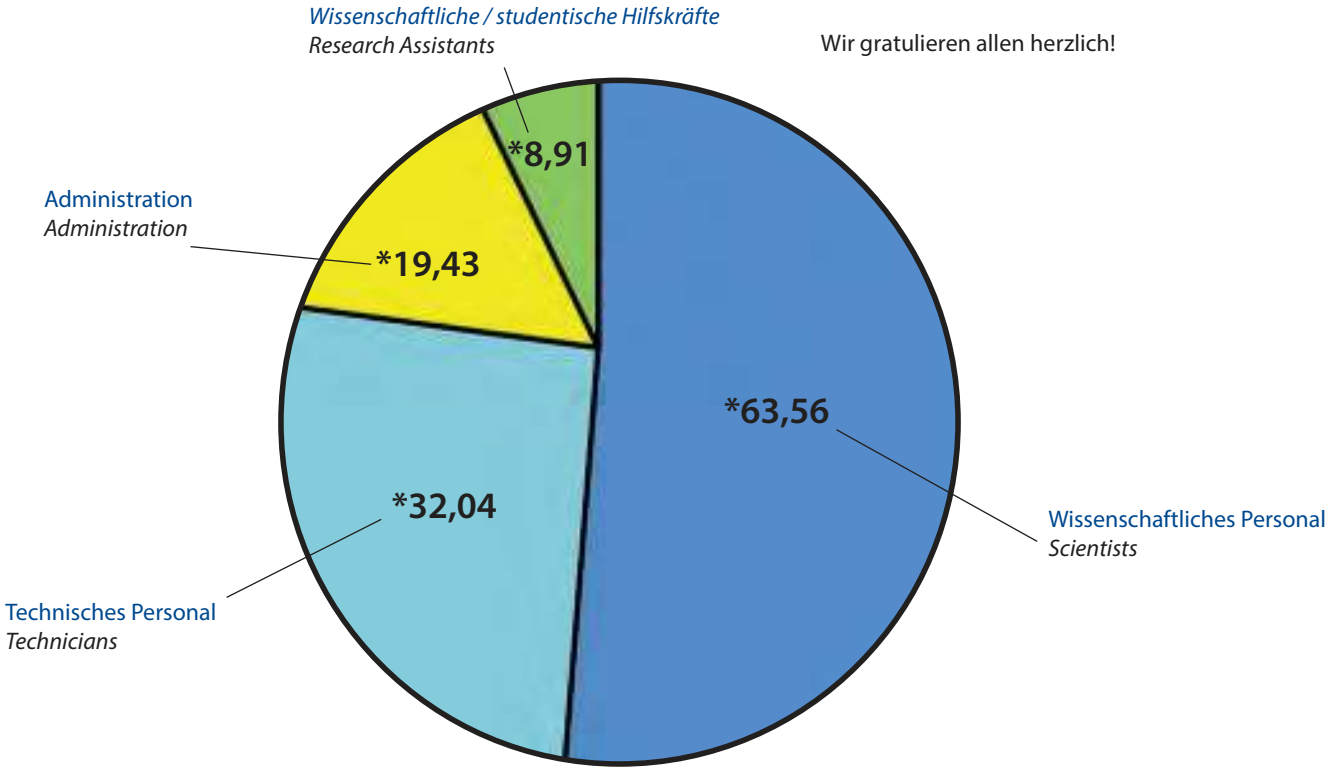
Ohne unser Team könnten wir nicht erfolgreich sein. 2021 waren 122 hochmotivierte Mitarbeitende sowie 44 engagierte studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte am IVW beschäftigt. Durch ihre hervorragende und innovative Arbeit konnten wegweisende Forschungsresultate erzielt werden.

Daneben leisteten unsere wissenschaftlichen Gäste, Doktoranden, Praktikanten und Praktikantinnen sowie Studierende im Rahmen von Studien-, Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten einen wertvollen Beitrag zu unseren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Insgesamt waren so rund 260 Menschen aus 22 Ländern an unserem Institut tätig, wobei 15 % der Forschenden aus dem Ausland kamen. Der Frauenanteil lag bei den Beschäftigten im Jahresmittel bei rund 25 %, im wissenschaftlichen Bereich bei rund 16 %.

Besonders freuen wir uns, dass Andreas Klingler, Vitalij Popow und Kerstin Steidle ihre Promotion erfolgreich abschließen konnten. Zudem wurde Dr. David May 2021 habilitiert.

Wir gratulieren allen herzlich!



*Anzahl in Vollzeitäquivalenten
Number of full-time equivalents

zusätzlich / *in addition*

Doktoranden / *PhD students*	3
Wissenschaftliche Gäste / Stipendien / *Guest scientists*	2
Studierende im Rahmen von Studien- / Diplom- / Bachelor- und Masterarbeiten / *Students (theses)*	66
Praktika / Hospitation / *Trainees*	14

We could not be successful without our team. In 2021, 122 highly motivated employees and 44 dedicated student and research assistants were employed at IVW. Thanks to their outstanding and innovative work, groundbreaking research results could be achieved.
In addition, our scientific guests, doctoral candidates, interns as well as students within the framework of study, diploma, bachelor and master theses made a valuable contribution to our research and development works.
In total, around 260 people from 22 countries worked at our institute, with 15% of the researchers coming from abroad. The proportion of women among the employees was around 25% on average for the year, and around 16% in the scientific area.



We are particularly pleased that Andreas Klingler, Vitalij Popow and Kerstin Steidle successfully completed their doctorates. In addition, Dr. David May completed his habilitation in 2021.

We congratulate all of them!

Andreas Klingler



Vitalij Popow



Kerstin Steidle



Doktoranden 2021

PhD students 2021



STAMMPERSONAL



Pascal Sadaune, M.A.
Administrativer Geschäftsführer
Administrative Director
pascal.sadaune@ivw.uni-kl.de



Ariane McCauley
Assistentin der Geschäftsführung
Management Assistant
ariane.mccauley@ivw.uni-kl.de



Gabriele Doll
Leiterin Personalwesen
Human Resources Manager
gabriele.doll@ivw.uni-kl.de



Sylke Fols
Personalwesen
Human Resources
sylke.fols@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Wirtsch.-Ing. Uwe Schmidt
Leiter Finanzen
Head of Finance
uwe.schmidt@ivw.uni-kl.de



Olena Kovalska, M.Sc.
Controlling
Controlling
olena.kovalska@ivw.uni-kl.de



Meike Lind, B.A.
Leiterin Rechnungswesen
Head of Accounting
meike.lind@ivw.uni-kl.de



Daniela Klaus
Rechnungswesen
Accounting
daniela.klaus@ivw.uni-kl.de



Holger Mann
Rechnungswesen
Accounting
holger.mann@ivw.uni-kl.de



Alina Spitz
Rechnungswesen
Accounting
alina.spitz@ivw.uni-kl.de



Gerhard Wilkens
Rechnungswesen
Accounting
gerhard.wilkens@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Jörg Blaurock
Leiter Einkauf
Head of Purchasing
joerg.blaurock@ivw.uni-kl.de



Sigrid Bastian
Einkauf
Purchasing
sigrid.bastian@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Robert Lahr
Leiter WTT
Management KTT
robert.lahr@ivw.uni-kl.de



Regina Köhne
Sekretärin
Secretary
regina.koehne@ivw.uni-kl.de



Dipl. Sporting. Matthias Bendler
WTT
KTT
matthias.bendler@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Birgit Bittmann-Hennes
WTT
KTT
birgit.bittmann@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Bw. (FH) Nora Feiden
WTT
KTT
nora.feiden@ivw.uni-kl.de



Ina Klemm
Printmedien
Print Media
ina.klemm@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Des. (FH) Silvia Hochstätter
Grafikdesign
Graphic Design
silvia.hochstaetter@ivw.uni-kl.de



Harald Weber
Mechanische Werkstatt
Mechanical Shop
harald.weber@ivw.uni-kl.de



Christian Ackel
Mechanische Werkstatt
Mechanical Shop
christian.ackel@ivw.uni-kl.de



Markus Hentzel
Elektrische Werkstatt
Electrical Shop
markus.hentzel@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH) Thomas Schütz
IT
IT
thomas.schuetz@ivw.uni-kl.de



Tobias Neisius
IT
IT
tobias.neisius@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH) Hans-Peter Feldner
Gebäudeverwaltung
Facility Management
hans-peter.feldner@ivw.uni-kl.de

Aufsichtsrat / Supervisory Board

Dr. Carola Zimmermann
(Vorsitzende)
Ministerium für Wissenschaft und Gesundheit, Mainz

Dirk Rosar
(stellvertretender Vorsitzender)
Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau, Mainz

Susanne Hemer
Ministerium für Wissenschaft und Gesundheit, Mainz

Prof. Dr. Werner Thiel
Vizepräsident für Forschung und Technologie
Technische Universität Kaiserslautern

Alexander Wieland
Ministerium der Finanzen, Mainz

Wissenschaftlicher Beirat / Scientific Advisory Board

Prof. Dr. Anita Schöbel
(Vorsitzende)
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Prof. Dr. Paolo Ermanni
(stellvertretender Vorsitzender)
ETH Zürich

Prof. Clemens Dransfeld
TU Delft

Prof. Dr. Katharina Landfester
Max-Planck-Institut für Polymerforschung

Univ.-Prof. Dr. Martin Schagerl
Johannes Kepler Universität Linz

Prof. Dr. rer. nat. Christiane Ziegler
Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik GmbH IFOS

Industrieller Nutzerbeirat / Industrial User Advisory Board

Dr. Guiscard Glück
(Vorsitzender)
BASF SE

M.Sc. Patricia Stöbe
(stellvertretende Vorsitzende)
CompActive GmbH

Dr. Veronika Bühler
SGL TECHNOLOGIES GmbH

Dr. Christina Hack
Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG

Dr. Martin Hillebrecht
EDAG Engineering AG

Dipl.-Ing. Bernd Räckers
Airbus Operations GmbH

Dipl.-Ing. Barbara Schweickert
BMW AG

Dr. Elmar Witten
AVK – Industrievereinigung faserverstärkte Kunststoffe



Prof. Dr.-Ing. **Ulf Breuer**
Wiss. Direktor & Geschäftsführer
Scientific & Managing Director
ulf.breuer@ivw.uni-kl.de



Ariane McCauley
Assistentin der Geschäftsführung
Management Assistant
ariane.mccauley@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. **Bernd Wetzel**
Techn.-Wiss. Direktor
Research Director
Werkstoffwissenschaft
Materials Science
bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de



Prof. Dr.-Ing. **Joachim Hausmann**
Techn.-Wiss. Direktor
Research Director
Bauteilentwicklung
Component Development
joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de



Prof. Dr.-Ing. **Peter Mitschang**
Techn.-Wiss. Direktor
Research Director
Verarbeitungstechnik
Manufacturing Science
peter.mitschang@ivw.uni-kl.de



Silke Fischer
Sekretärin
Secretary
silke.fischer@ivw.uni-kl.de



Regina Köhne
Sekretärin
Secretary
regina.koehne@ivw.uni-kl.de



Karin Assahli
Sekretärin
Secretary
karin.assahli@ivw.uni-kl.de



Dr. rer. nat. **Martin Gurka**
stellvertretender Abteilungsleiter
Deputy Research Director
martin.gurka@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. **Sebastian Schmeer**
stellvertretender Abteilungsleiter
Deputy Research Director
sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. **Jens Schlimbach**
stellvertretender Abteilungsleiter
Deputy Research Director
jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Thorsten Becker
Tailored & Smart Composites
thorsten.becker@ivw.uni-kl.de



Lars Bolzer
Press & Joining Technologies
lars.bolzer@ivw.uni-kl.de



Steven Brogdon
Roving & Tape Processing
steven.brogdon@ivw.uni-kl.de



Stefan Brunner
Tribology
stefan.brunner@ivw.uni-kl.de



Volker Disandt
Impregnation & Preform Tech.
volker.disandt@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Laborchem.
Pia Eichert
Material Cycles
pia.eichert@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Holger Franz
Impregnation & Preform Tech.
holger.franz@ivw.uni-kl.de



Stefan Gabriel
Mechanical Characterization & Modeling
stefan.gabriel@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Stefan Giehl
Press & Joining Technologies
stefan.giehl@ivw.uni-kl.de



Hermann Giertzsch
Material Cycles
hermann.giertzsch@ivw.uni-kl.de



Werner Gölzer
Design of Composite Structures
werner.goelzer@ivw.uni-kl.de



Dr.
Marc Hein
Material Cycles
marc.hein@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH)
Sven Hennes
Roving & Tape Processing
sven.hennes@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Valentine Kessler
Design of Composite Structures
valentine.kessler@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Peter Mang
Press & Joining Technologies
peter.mang@ivw.uni-kl.de



Erhard Natter
Press & Joining Technologies
erhard.natter@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Michael Päßler
Roving & Tape Processing
Press & Joining Technologies
michael.paessler@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Thomas Pfaff
Design of Composite Structures
thomas.pfaff@ivw.uni-kl.de



Heidrun Plocharzik
Tailored Thermosets & Biomaterials
heidrun.plocharzik@ivw.uni-kl.de



Ralf Schimmele
Tailored Thermosets & Biomaterials
ralf.schimmele@ivw.uni-kl.de



Stefan Schmitt
Material Cycles
stefan.schmitt@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Uwe Schmitt
Roving & Tape Processing
uwe.schmitt@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Ralph Schneider
Fatigue & Life Time Prediction
ralph.schneider@ivw.uni-kl.de



Eric Schott
Press & Joining Technologies
eric.schott@ivw.uni-kl.de



Joachim Stephan
Tribology
joachim.stephan@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Petra Volk
Tailored Thermosets & Biomaterials
petra.volk@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Rolf Walter
Tailored & Smart Composites
rolf.walter@ivw.uni-kl.de



Torsten Weick
Roving & Tape Processing
torsten.weick@ivw.uni-kl.de

WISSENSCHAFTLICHES PERSONAL

(Stand 3/22)

KOMPETENZFELDLEITER / *RESEARCH MANAGERS*



Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer
Wissenschaftlicher Direktor
Scientific Director
ulf.breuer@ivw.uni-kl.de



Dr. Miro Duhovic
Process Simulation
miro.duhovic@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Chem. Andreas Gebhard
Tribology
andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de



Dr. rer. nat. Martin Gurka
Tailored & Smart Composites
martin.gurka@ivw.uni-kl.de



Dr. Barbara Güttler
Material Cycles
barbara.guettler@ivw.uni-kl.de



Prof. Dr.-Ing. Joachim Hausmann
Fatigue & Life Time Prediction
joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de



PD Dr.-Ing. habil. David May
Impregnation & Preform Technologies
david.may@ivw.uni-kl.de



Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang
Press & Joining Technologies
peter.mitschang@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Nicole Motsch-Eichmann
Design of Composite Structures
nicole.motsch@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Jens Schlimbach
Roving & Tape Processing
Cost Analysis
jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Sebastian Schmeer
Mechanical
Characterization & Modeling
sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Bernd Wetzel
Tailored Thermosets & Biomaterials
bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de

A



Sonja Adler, M.Sc.
Material Cycles
sonja.adler@ivw.uni-kl.de



Dr. Emmanuel Isaac Akpan
Tailored Thermosets & Biomaterials
emmanuel.akpan@ivw.uni-kl.de



Christian Andriß, M.Sc.
Mechanical
Characterization & Modeling
christian.andriß@ivw.uni-kl.de

B



Andreas Baumann, M.Sc.
Fatigue & Life Time Prediction
andreas.baumann@ivw.uni-kl.de



Christian Becker, M.Sc.
Design of Composite Structures
christian.becker@ivw.uni-kl.de



Stephan Becker, M.Sc.
Press & Joining Technologies
stephan.becker@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Benedikt Bergmann
Roving & Tape Processing
benedikt.bergmann@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Benedikt Boos
Tailored & Smart Composites
benedikt.boos@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Ulrich Blass
Design of Composite Structures
ulrich.blass@ivw.uni-kl.de

C



Dipl.-Ing. Stefano Cassola
Process Simulation
stefano.cassola@ivw.uni-kl.de

D



Martin Detzel, M.Sc.
Press & Joining Technologies
martin.detzel@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Tobias Donhauser
Mechanical
Characterization & Modeling
tobias.donhauser@ivw.uni-kl.de

E



Esha, M.Sc.
Fatigue & Life Time Prediction
esha@ivw.uni-kl.de

F



Alexander Faas, M.Sc.
Impregnation & Preform Technologies
alexander.faas@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing.Marc Fickert
Tribology
marc.fickert@ivw.uni-kl.de

G



Francis Gonzalez Ramirez, M.Sc.
Fatigue & Life Time Prediction
francis.gonzalez-ramirez@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Florian Gortner
Press & Joining Technologies
florian.gortner@ivw.uni-kl.de



Dr. Liudmyla Gryshchuk
Tailored Thermosets & Biomaterials
liudmyla.gryshchuk@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Chem. Maurice Gilberg
Tailored Thermosets & Biomaterials
maurice.gilberg@ivw.uni-kl.de

H



Torsten Heydt, M.Sc.
Design of Composite Structures
torsten.heydt@ivw.uni-kl.de



Alexander Huf, M.Sc.
Mechanical
Characterization & Modeling
alexander.huf@ivw.uni-kl.de



Jannis Hüppauff, M.Sc.
Design of Composite Structures
jannis.hueppauff@ivw.uni-kl.de

J



Jan Janzen, M.Sc.
Impregnation & Preform Technologies
jan.janzen@ivw.uni-kl.de

K



Dipl.-Ing. Max Kaiser
Tailored & Smart Composites
max.kaiser@ivw.uni-kl.de

(*Status 3/22*)



Andreas Kenf, M.Sc.
Mechanical Characterization & Modeling
andreas.kenf@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Andreas Klingler
Tailored Thermosets & Biomaterials
andreas.klingler@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Robert Köhler
Press & Joining Technologies
robert.koehler@ivw.uni-kl.de



Andreas Krämer, M.Sc.
Press & Joining Technologies
andreas.kraemer@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Janna Krummenacker
Fatigue & Life Time Prediction
janna.krummenacker@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Manuel Kunzler
Tailored & Smart Composites
manuel.kunzler@ivw.uni-kl.de

M



Konstantin Mehl, M.Sc.
Mechanical Characterization & Modeling
konstantin.mehl@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Florian Mischo
Mechanical Characterization & Modeling
florian.mischo@ivw.uni-kl.de

N



Alexander Nuhn, M.Sc.
Roving & Tape Processing
alexander.nuhn@ivw.uni-kl.de



Vinay Nagaraj, M.Sc.
Design of Composite Structures
vinay.nagaraj@ivw.uni-kl.de

P



Claudius Pirro, M.Sc.
Tailored Thermosets & Biomaterials
claudius.pirro@ivw.uni-kl.de



Vitalij Popow, M.Sc.
Tailored & Smart Composites
vitalij.popow@ivw.uni-kl.de

R



Jan Rehra, M.Sc.
Mechanical Characterization & Modeling
jan.rehra@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Thomas Rief
Design of Composite Structures
thomas.rief@ivw.uni-kl.de



Ilona Ryl, M.Sc.
Mechanical Characterization & Modeling
ilona.ryl@ivw.uni-kl.de

S



Dipl.-Ing. Maximilian Salmins
Press & Joining Technologies
maximilian.salmins@ivw.uni-kl.de



Florian Schimmer, M.Sc.
Design of Composite Structures
florian.schimmer@ivw.uni-kl.de



M.Eng. Stefan Schmidt
Mechanical Characterization & Modeling
stefan.schmidt@ivw.uni-kl.de



Tim Schmidt, M.Sc.
Impregnation & Preform Technologies
tim.schmidt@ivw.uni-kl.de



Dominic Schommer, M.Sc.
Process Simulation
dominic.schommer@ivw.uni-kl.de



Jan Eric Semar, M.Sc.
Impregnation & Preform Technologies
janeric.semar@ivw.uni-kl.de



Nithya Sinde Narayana Rao, M.Sc.
Design of Composite Structures
nithya.sinde@ivw.uni-kl.de

V



Dipl.-Ing. Julia Vogtmann
Tailored & Smart Composites
julia.vogtmann@ivw.uni-kl.de

W



Julian Weber, M.Sc.
Roving & Tape Processing
julian.weber@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Stefan Weidmann
Press & Joining Technologies
stefan.weidmann@ivw.uni-kl.de

Y



Harutyun Yagdjian, M.Sc.
Tailored & Smart Composites
harutyun.yagdjian@ivw.uni-kl.de

Nachwuchsgruppe TopComposite / *Junior Research Group TopComposite*



PD Dr.-Ing. habil. David May
Nachwuchsgruppenleiter / *Junior Research Group Leader*
david.may@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Peter Arrabiyeh
peter.arrabiyeh@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Maximilian Eckrich
maximilian.eckrich@ivw.uni-kl.de



Anna Maria Dlugaj, M.Sc.
anna.dlugaj@ivw.uni-kl.de

Wissens- & Technologietransfer

Unser Ziel ist der Wissens- und Technologietransfer in Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft – und dafür sind wir auf unterschiedlichen Transferpfaden unterwegs.

Ausgründungen

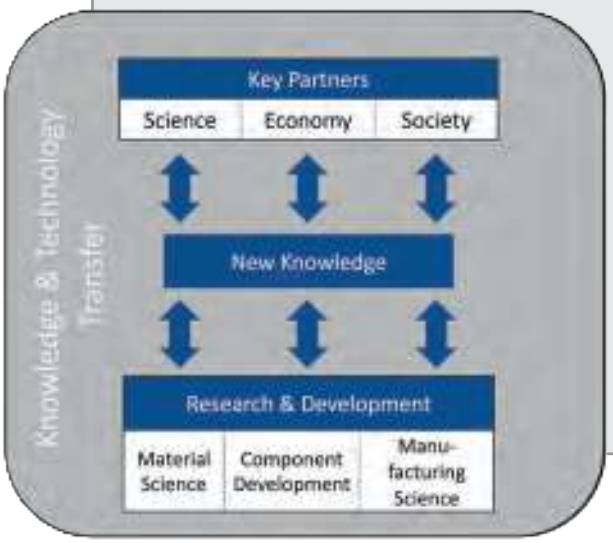
- Wir unterstützen Ausgründungen proaktiv
- Wir begleiten Exist-Vorhaben – vom Antrag bis zur Durchführung

Auftragsforschung

- Für industrielle F&E Herausforderungen finden wir die passende Lösung
- Wir sind in allen wichtigen Netzwerken aktiv, um Sie mit dem richtigen Partner zu verbinden

Schutzrechte

- Wir fördern die Innovationskultur
- Wir begleiten Erfindungen von der Idee bis zum Schutzrecht



Normung und Standardisierung

- Im Interesse der Anwenderinnen und Anwender setzen wir uns für die richtigen Standards ein
- Die IVW-Expertinnen und Experten sind in den nationalen und internationalen Arbeitskreisen für Standardisierung aktiv

Transfer über Köpfe

- Technologie steckt in Köpfen: Wir organisieren für Sie die passenden Fachseminare
- Wir bilden aus: Unsere Absolventinnen und Absolventen sind Träger fortschrittlicher Technologie

Infrastrukturdienstleistungen

- Sie suchen Unterstützung z.B. bei Werkstoffprüfungen oder Struktur-Tests – wir helfen Ihnen
- Sie möchten in der Fertigungstechnik neue Wege gehen – bei uns finden Sie das Equipment mit dem richtigen Partner

Wissenschaftskommunikation

- Wir sind aktiv auf Messen und in Netzwerken
- Wir vermitteln Wissen: Für Schülerinnen und Schüler, Bürgerinnen und Bürger, für die Wissenschaft, die Wirtschaft und die Politik

Sprechen Sie uns an!



Dr.-Ing. Robert Lahr
Leiter
Manager

Kontakt / *Contact*:
robert.lahr@ivw.uni-kl.de
✆ +49 631 2017 448



Regina Köhne
Sekretärin
Secretary

Kontakt / *Contact*:
regina.koehne@ivw.uni-kl.de
✆ +49 631 2017 429

Knowledge & Technology Transfer

Our goal is the transfer of knowledge and technology to business, science and society – and we are pursuing various transfer paths to achieve this.

Spin-offs

- We proactively support spin-offs
- We promote Exist projects – from application to implementation

Contract research

- We find the right solution for industrial R&D challenges
- We are active in all important networks to connect you with the right partner

Property rights

- We foster the culture of innovation
- We promote inventions – from the idea to the industrial property right



Standardization

- In the interest of users, we advocate the right standards
- IVW experts are active in national and international working groups for standardization

Transfer through heads

- Technology is in the mind: We organize the right technical seminars for you
- We educate: Our graduates are bearers of advanced technology

Infrastructure services

- You are looking for support, e.g. in materials testing or structural testing – we can help you
- You want to break new ground in production technology – we have the equipment for you

Science communication

- We are active at trade fairs and in networks
- We impart knowledge: To school students, citizens, science, industry and politics

Contact us !



Dipl.-Bw. (FH) Nora Feiden
internationale Förderprogramme
International funding programs

Kontakt / *Contact*:
nora.feiden@ivw.uni-kl.de
✆ +49 631 2017 249



Dr.-Ing. Birgit Bittmann-Hennes
internationale Förderprogramme
International funding programs

Kontakt / *Contact*:
birgit.bittmann@ivw.uni-kl.de
✆ +49 631 2017 427



Dipl.-Sporting. Matthias Bendler
nationale Förderprogramme
National funding programs

Kontakt / *Contact*:
matthias.bendler@ivw.uni-kl.de
✆ +49 631 2017 339

Innovationszentrum Thermoplaste

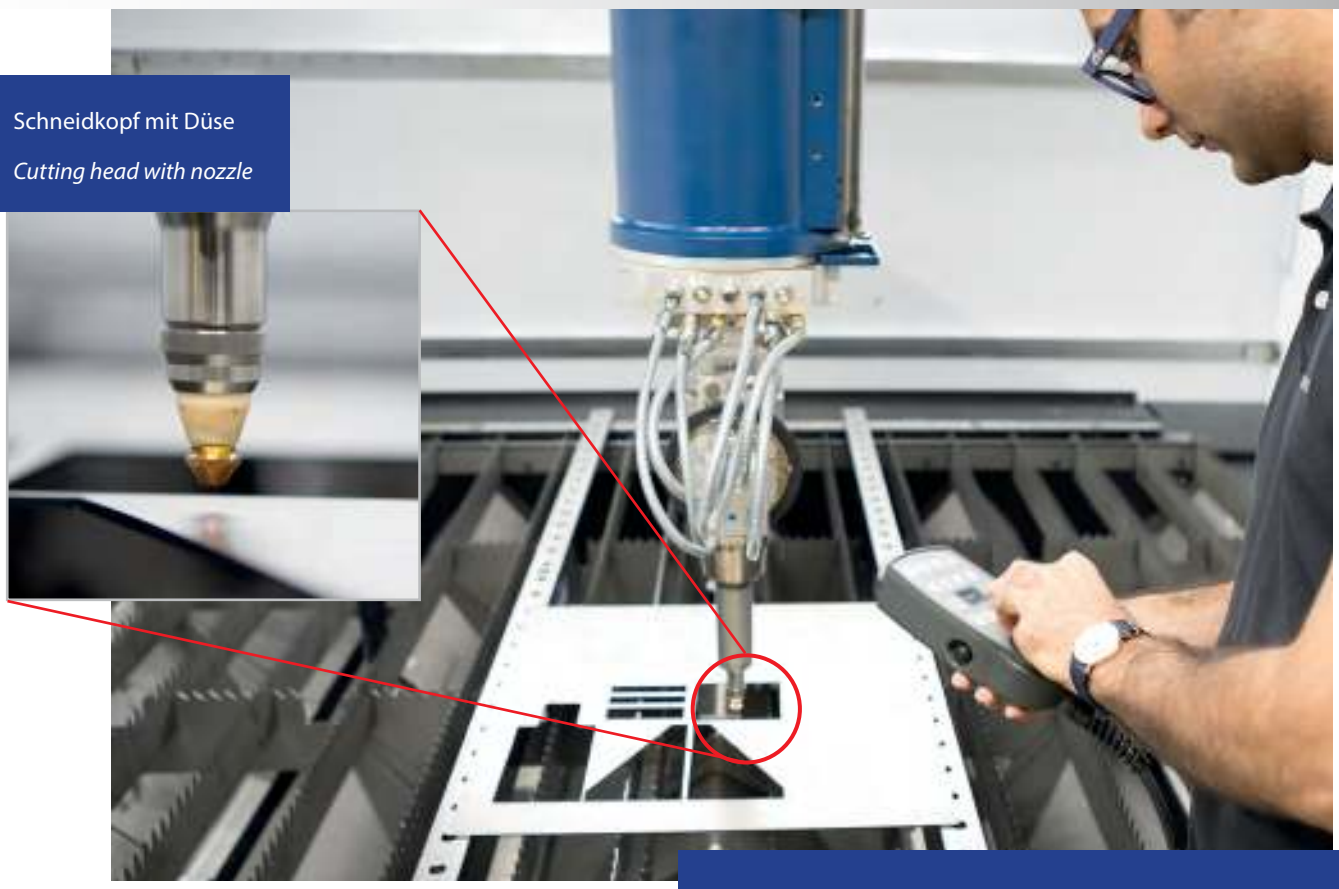
Das Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe hat bereits seit seiner Gründung einen besonderen Forschungsschwerpunkt auf das Gebiet der thermoplastischen Faser-Kunststoff-Verbunde gesetzt. In den letzten Jahren wurde diese Ausrichtung konsequent verstärkt und für thermoplastische Composites von überregionaler Bedeutung weiterentwickelt. Das jahrelang aufgebaute Expertenwissen fließt in neue Entwicklungen entlang der gesamten Prozesskette ein. Die Landesregierung von Rheinland-Pfalz hat 2018 für das IVW ein neues EFRE-Vorhaben „TTC – Technologiezentrum Thermoplastische Composites. Vom Halbzeug zum Formteil – Hocheffizient“ bewilligt. Mit diesem für den Technologiestandort Kaiserslautern strukturbildenden Vorhaben erhält das Institut die Möglichkeit zur Beschaffung innovativer Forschungsinfrastruktur, die seinen Wissenschaftlern – gemeinsam mit der Science Alliance – in den kommenden Jahren Forschung für die Verbundwerkstoffe der Zukunft auf höchstem Niveau ermöglicht. Erste Anlagen wie der schnellste Tapeleger der Welt und eine Laserschneidanlage für thermoplastische FKV wurden bereits installiert. Die wissenschaftliche Bearbeitung einer Vielzahl von öffentlichen und bilateralen Projekten mit dem Fokus „Thermoplastische FKV“ bietet auch die Grundlage für den weiteren Kompetenzausbau. Herauszustellen ist hierbei auch die Arbeit im Bereich der Standardisierung von Prüfmethoden von thermoplastischen FKV. Seit April 2020 ist das IVW durch Herrn Dr. Sebastian Schmeer als Leiter des Fachbereichs 2 (Duroplast- und Thermoplast-Formmassen) des Normenausschuss Kunststoffe (FNK) des Deutschen Instituts für Normung (DIN) vertreten. Ziel ist die Einführung eines nationalen als auch internationalen Standards für thermoplastische FKV. Das IVW nimmt neben der Bearbeitung von Forschungsprojekten auf diesem Gebiet auch eine führende Rolle in Arbeitskreisen und Netzwerken ein, so z.B. dem Arbeitskreis zur Charakterisierung von UD-Tapes und Organoblechen der AVK sowie dem Arbeitskreis „Thermoplaste“ des Composites United e.V.. Gemeinsam mit unseren Ausgründungen arbeiten wir auch im Bereich der Tape-Verarbeitung. Darüber hinaus fließen die Kompetenzen des Instituts in die Lehre der TU Kaiserslautern sowie in überregionale Lehr- und Weiterbildungsveranstaltungen ein. So führen Mitarbeitende des IVW auch regelmäßig Weiterbildungen im Bereich der Thermoplastischen FKV in Augsburg und Stade durch.

Tapeleger mit 3,5 x 1,5 m² großem Tisch

Tape layer with a 3.5 x 1.5 m² large table



RheinlandPfalz
Das Projekt zu Investitionen in Wachstum und Beschäftigung
TTC – Technologiezentrum Thermoplastische Composites
wurde von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und dem Land Rheinland-Pfalz gefördert.



Schneidkopf mit Düse

Cutting head with nozzle

Einstellen und überprüfen der Schneidparameter an der Laserschneidanlage

Setup and check of the cutting parameters on the laser cutting system

Since its foundation, IVW has placed a particular focus on the field of thermoplastic fiber reinforced composites. In the past years, this orientation has been consistently strengthened and further developed for thermoplastic composites of more than regional significance. The expertise built up over many years is incorporated into new developments along the entire process chain of thermoplastic FRP. In 2018, the state of Rhineland-Palatinate has awarded a grant to IVW for a EFRE project titled „TTC – Technology Center for Thermoplastic Composites. From semi-finished product to molded part – highly efficient". With this project, which forms the structure for the technology location Kaiserslautern, the institute is given the opportunity to procure an innovative research infrastructure that will enable its scientists – together with the Science Alliance – to conduct research for the composite materials of the future at the highest level in the coming years. The first technical equipment, such as the world's fastest tape layer or a laser cutting system for thermoplasltic FRP have already been installed. The scientific processing of a large number of public and bilateral projects with the focus on „Thermoplastic FRP" also provides the basis for the further expansion of our expertise. The work in the field of standardization of test methods for thermoplastic FRP should also be emphasized here. Since April 2020, IVW is represented by Dr. Sebastian Schmeer as head of Department 2 (Thermoset and Thermoplastic Molding Compounds) of the Plastics Standards Committee (FNK) of the German Institut for Standardization (DIN). The aim is to introduce a national and international standard for thermoplastic FRP. IVW plays a leading role in research projects in this field as well as in working groups and networks, e.g. the working group for the characterization of UD tapes and organo sheets of the AVK and the working group „Thermoplastics" of the Composite United e.V.. Together with our spin-offs we are also working in the area of tape processing. In addition, the institute's competencies are incorporated into the teaching of the TU Kaiserslautern as well as into supra-regional teaching and further education events. For example, IVW employees regularly conduct further training courses in the field of thermoplastic testing in Augsburg and Stade.

Chancengleichheit am IVW – Rückblick

Das Jahr 2021 bedeutete aufgrund der anhaltenden pandemischen Lage in vielerlei Hinsicht erneut eine große Herausforderung. In enger Zusammenarbeit der Gleichstellungsbeauftragten mit Geschäftsführung und Betriebsrat wurden jedoch gute Regelungen gefunden, die den Mitarbeitenden eine hohe Flexibilität bei der Arbeitszeitgestaltung ermöglichten und das Arbeitsumfeld möglichst nah an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst haben.

Eine wichtige Maßnahme im Rahmen der Total E-Quality-Zertifizierung (TEQ) war die im Frühsommer durchgeführte Beschäftigtenbefragung zum Thema der Vereinbarkeit von Beruf und Familie. Als Ergebnis der repräsentativen Umfrage mit einer sehr hohen Rücklaufquote zeigte sich eine hohe Zufriedenheit der Belegschaft. Die flexiblen Arbeitszeitmodelle durch die Möglichkeit der Gleitzeit und Mobilarbeit wurden als besonders wertvoll eingeschätzt, und von der überwiegenden Mehrheit der Beschäftigten rege in Anspruch genommen.

Weitere Aktivitäten in 2021 waren:

- Etablierung eines neuen, internen Mentoring-Programms für am IVW beschäftigte Studentinnen mit der wissenschaftlichen Mitarbeiterin Julia Vogtmann als Ansprechpartnerin



- Mitarbeit im Arbeitskreis Chancengleichheit und Diversität der Leibniz-Gemeinschaft (Jahrestagung im März, virtuelle Konferenz im September zur Förderung der Diversität in der Leibniz-Gemeinschaft)
- Verleihung des Gleichstellungspreises
- Baby-Geschenke für IVW-Eltern
- Aktualisierung des Gleichstellungsplans und Anpassung der Maßnahmen
- Teilnahme an Workshops und Veranstaltungen des Unternehmensnetzwerkes Erfolgsfaktor Familie bzw. der berufundfamilie Service GmbH
- Einrichtung einer internen Beschwerdestelle inkl. Ablaufplan für Beschwerdeverfahren
- Veröffentlichung von Testimonials auf der Webseite von Beschäftigten zur Vereinbarkeit von Beruf und Familie sowie von Ehemaligen zu ihrem beruflichen Werdegang am IVW
- Veröffentlichung des Gleichstellungsplans auf der Webseite in Einklang mit den Vorgaben des Europäischen Forschungsrahmenprogramms „Horizon Europe“
- Erweiterung des spezifischen Wissens auf EU-Ebene (z.B. European Institute for Gender Equality EIGE, Gender Equality Academy)

Weitere Informationen sind auf unserer Webseite im Bereich „Gleichstellung & Chancengleichheit“ zu finden.



IVW Gleichstellungspreisträgerin 2021 Julia Vogtmann

IVW Gender Equality Award Winner 2021 Julia Vogtmann



Baby-Geschenke beim Sommerfest 2021

Baby gifts at the summer party 2021

Due to the ongoing pandemic situation, 2021 once again represented a major challenge in many respects. However, in close cooperation between the Equal Opportunity Officer, the management and works council, good arrangements were found that gave employees a high degree of flexibility in their working hours and adapted the working environment as closely as possible to their respective needs.

An important measure in the context of the Total E-Quality certification (TEQ) was the employee survey conducted in early summer on the subject of work-life balance. The result of the representative survey with a very high response rate showed a high level of satisfaction among the workforce. The flexible working time models offered by the option of flexitime and mobile working were seen as particularly valuable, and were actively taken up by the vast majority of employees.

Further activities in 2021 were:

- *Establishment of a new, internal mentoring program for female students employed at IVW with research associate Julia Vogtmann as contact person*
- *Collaboration in the working group Equal Opportunities and Diversity of the Leibniz Association (annual meeting in March, virtual conference in September to promote diversity in the Leibniz Association)*
- *Presentation of the Equal Opportunity Award*
- *Baby gifts for IVW parents*
- *Update of the gender equality plan and adaptation of measures*
- *Participation in workshops and events organized by the Erfolgsfaktor Familie corporate network and berufundfamilie Service GmbH*
- *Establishment of an internal complaints office including a schedule for complaints procedures*
- *Publication of testimonials on the website from employees on the compatibility of career and family as well as from alumni on their career at IVW*
- *Publication of the gender equality plan on the website in accordance with the requirements of the European research framework program "Horizon Europe"*
- *Expansion of specific knowledge at EU level (e.g. European Institute for Gender Equality EIGE, Gender Equality Academy)*

Further information can be found on our website "Gender Equality & Equal Opportunities".

Industriekooperationen



Das IVW arbeitet eng mit seinen industriellen Kunden zusammen. Neben der klassischen Auftragsforschung in bilateralen Vorhaben operiert das IVW auch in Verbundvorhaben, die mit öffentlichen Mitteln gefördert sein können (z.B. über BMBF, BMWK, EU). Bei allen Projekten legen wir größten Wert auf eine vertrauensvolle und ergebnisorientierte Zusammenarbeit.

IVW cooperates closely with industrial customers from different sectors. Besides the classic contract research and development for customers in bilateral projects, IVW also operates in joint ventures that may be supported by public funds (e.g. BMBF, BMWK, EU). We pay particular attention to a trustful and result-oriented cooperation in all of our projects.

Airbus ; Andritz Fiedler GmbH ; Audi AG ; Automation Steeg und Hoffmeyer GmbH ; Bundeanstalt für Materialforschung BAM ; BASF SE ; Bayer ; Bayer MaterialScience ; Bergische Universität Wuppertal ; BMW AG ; Brandenburger Isoliertechnik GmbH & Co. KG;Canyon Bicycles GmbH ; CirComp GmbH ; DLR ; EDAG GmbH & Co. KGaA ; Femotech GmbH ; Ford Forschungszentrum Aachen GmbH ; GKN Aerospace Deutschland GmbH ; Heraeus Noblelight GmbH ; Hexcel ; Huntsman Advanced Materials ; John Deere GmbH & Co. KG ; KNORR-BREMSE GmbH ; KS Gleitlager GmbH ; Mercedes-Benz Group AG; Mewatec ; MT Aerospace AG ; OECHSLER AG ; Parker Hannifin GmbH & Co. KG ; Parsolve GmbH ; Plastics Engineering Group GmbH ; Premium AEROTEC GmbH ; Rhein Composite GmbH ; RocTool S.A. ; Röchling Automotive ; SchäferRolls GmbH & Co. KG; SchaefflerTechnologies AG & Co. KG ; Schiebel Elektronische Geräte GmbH ; SKF GmbH ; Snecma ; Solvay Advanced Polymers ; Stadco Saarlouis Ltd. & Co. KG ; SUMITOMO CHEMICAL Co. Ltd ; Tetra Pak GmbH & Co. KG ; Ticona GmbH ; TOYOTA MOTOR EUROPE ; Voith Paper Rolls GmbH & Co. KG ; Xperion Aerospace GmbH ; ZF Friedrichshafen AG ; Zwilling J.A. Henckels AG


A composites
leicht stabil effizient


AIRBUS
GROUP


aeh
AUTOMATION


AVK
INDUSTRIEVEREINIGUNG
VERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE


BASF
We create chemistry


BMW


BOND
LAMINATES
Ein Unternehmen der LANXESS Gruppe


Brawoliner


CANYON


CENTEXBEL


CirComp
A subsidiary of
ALBANY
Engineered Composites


CompActive


EVOLIME
RADIAL COMPOSITES


EASICOMP


EDAG


Ensinger


EVONIK
INDUSTRIES


FACC


Fraunhofer
ITWM


Henkel


INTELLIGHT


MATH
2 MARKET


MT AEROSPACE
An OHB Company


PARSOLVE


PM3
PRÄZISIONSMASCHINENBAU ROBERTAG




PREMIUM
AEROTEC


REHAU
Unlimited Polymer Solutions


RELINEEUROPE


RÖCHLING


SIEBENWURST
MODELLBAU & FORMENBAU


SIMONA


SWMS
DIGITAL INNOVATIONS


TAIS


TERA
LOOP


TORAY
Innovation by Chemistry



MITGLIEDSCHAFTEN / *MEMBERSHIPS*

in Vereinen und Verbänden

in Associations and Federations

Das IVW ist aktiv in regionalen, nationalen und internationalen Netzwerken, Industrieverbänden und wissenschaftlichen Vereinigungen vertreten.
Ziele sind die Verbesserung des Technologietransfers auf allen wesentlichen Zukunftsfeldern der Composites, die Sicherstellung überregionaler Trainings- und Weiterbildungsangebote auf höchstem Niveau sowie eine optimale Vernetzung mit Industrie- und Forschungspartnern.
Für den Composites United e.V., dem führenden Verbund von Unternehmen und Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Composites, ist das Institut im Vorstand der Regionalabteilung CU West vertreten.

IVW is actively represented in regional, national and international networks, industry associations and scientific associations.
The aims are to improve technology transfer in all the essential future fields of composites, to ensure supra-regional training and education, and to promote the use of new technologies. Continuing education at the highest level and optimal networking with industrial and research partners.
For Composites United e.V., the leading association of companies and research institutions in the field of composites, the institute is represented in executive committee of the regional section CU West.

AVK Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V., www.avk-tv.de
AiF InnovatorsNet www.aif-ftk-gmbh.de/index.html
CUeV Composites United e.V., www.composites-united.com
CU WEST Regionalabteilung des Composites United e.V.
CVC Commercial Vehicle Cluster – Nutzfahrzeug GmbH, www.cvc-suedwest.com
DGLR Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V., www.dglr.de
DGM Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V., www.dgm.de
DGZfP Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V., www.dgzfp.de
Diemersteiner Kreis www.human-solutions.com/diemersteiner_kreis/cms/
DIN Deutsches Institut für Normung e.V., www.din.de
European Alliance for SMC/BMC www.smcbmc-europe.org
FGW Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V., www.fgw.de
fimatec fiber materials technology network, www.iws-nord.de/foerdermittelberatung/zim-netzwerke
GfT Gesellschaft für Tribologie e.V., www.gft-ev.de
IASB Industrieausschuss Strukturberechnungsunterlagen, www.lth-online.de
Kompetenznetz Adaptronik e.V. www.kompetenznetz-adaptronik.de
Kunststoffe in der Pfalz www.kunststoffmanagement.de
RCI - RENEWABLE CARBON INITIATIVE www.renewable-carbon-initiative.com
SAMPE Europe Society for the Advancement of Material and Process Engineering, www.sampe-europe.org
Science and Innovation Alliance Kaiserslautern e.V. www.science-alliance.de
SUMMIT Academic Summit Meetings
Unternehmensnetzwerk Erfolgsfaktor Familie www.erfolgsfaktor-familie.de
VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., www.vdi.de
Zukunftsregion Westpfalz e.V. www.zukunftsregion-westpfalz.de

Regionalabteilung CU West des Composites United e.V.

Regional Division CU West of Composites United e.V.



Dr. Heinz Kolz

Das Jahr 2021 war geprägt von einigen Änderungen im CU West. Im Februar 2021 übernahm Dr. Heinz Kolz die Clustergeschäftsführung des CU West von Matthias Bendler. Mit Herrn Kolz konnten wir einen ausgewiesenen Experten für die Netzwerkarbeit gewinnen, der seine umfassenden Erfahrungen hier ideal einbringen kann. Der Vorstand des CU West ist aktuell mit Prof. Dr.-Ing. Jens Schäfer (HS Osnabrück) als Vorsitzendem sowie Hinrich Albert Hampe (Teijin Carbon Europe), Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlichter (ITA Augsburg GmbH), Dr.-Ing. Markus Steffens (INTELLIGHT – Intelligent Lightweight Solutions) sowie Prof. Dr.-Ing Ulf Breuer vom IVW besetzt.

2021 wurde der Jour fixe als neue virtuelle Veranstaltungsreihe des CU West geschaffen. Außerdem wurden die Innovation Days ins Leben gerufen, um die Entwicklung und den Austausch im Bereich der Composites weiter voranzutreiben. Dazu fand am 25. November 2021 die erste Veranstaltung „Verbundwerkstoff trifft Nutzfahrzeug“ statt.

COMPOSITES UNITED

Composites United e.V. ist eines der größten, weltweiten Netzwerke für den faserbasierten, multimaterialen Leichtbau mit internationalen Vertretungen in der Schweiz, Österreich, Belgien, Japan, Süd-Korea, China und Indien. Der Sitz des Vereins ist Berlin. Das IVW ist im Vorstand CU West vertreten.

The year 2021 was characterized by some changes at CU West. In February 2021, Dr. Heinz Kolz took over the cluster management of CU West from Matthias Bendler. Matthias Bendler. With Mr. Kolz, we were able to gain a proven expert in the field of networking, who can ideally contribute his extensive experience here. The supervisory board of CU West currently consists of Prof. Dr.-Ing. Jens Schäfer (HS Osnabrück) as chairman, Hinrich Albert Hampe (Teijin Carbon Europe), Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlichter (ITA Augsburg GmbH), Dr.-Ing. Markus Steffens (INTELLIGHT - Intelligent Lightweight Solutions) and Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer from IVW.



Laborführung am IVW

Lab tour at IVW

In 2021, Jour fixe was created as a new virtual event series of CU West. In addition, the Innovation Days were launched to further promote development and exchange in the field of composites. For this purpose, the first event “Composites meets commercial vehicles” took place on November 25th, 2021.

Composites United e.V. is one of the largest global networks for fiber-based, multi-material lightweight construction with international representatives in Switzerland, Austria, Belgium, Japan, South Korea, China and India. The headquarters of the association is in Berlin. IVW is represented on the CU West Executive Committee.

SCIENCE AND INNOVATION ALLIANCE KAISERSLAUTERN e.V.



SIAK

SCIENCE & INNOVATION
ALLIANCE KAISERSLAUTERN

SIAK Rückblick 2021

SIAK ist das effektive Netzwerk in der erweiterten Wissenschafts- und Innovationsregion Kaiserslautern zu den Themen Mathematik, Informatik, Natur- und Ingenieurwissenschaften (MINT) sowie deren Anwendung in Transformationsprozessen der Digitalisierung und Nachhaltigkeit.

Um die Herausforderungen der digitalen Transformation und insbesondere die Herausforderungen der Pandemie gemeinsam zu meistern, vereinten wir auch im Jahr 2021 wieder zahlreiche Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft, informierten über zukünftige Forschungstrends, organisierten Online-Veranstaltungen und initiierten Projekte und Kooperationen. Neben der Organisation von Plattformen und Task Forces sowie der Arbeit an Technologieprojekten arbeiteten unsere Mitglieder auch in Querschnittsbereichen wie Öffentlichkeitsarbeit, Fachkräftegewinnung, Fachkräftesicherung und Wissenstransfer zusammen.

Weitere Informationen zu den aktuellen Projekten und Ansprechpartnern der SIAK finden Sie unter www.siak-kl.com.

SIAK Review 2021

SIAK is the effective network in the extended science and innovation region of Kaiserslautern on the topics of mathematics, computer science, natural sciences and engineering (MINT) and their application in transformation processes of digitalization and sustainability.

To master the challenges of digital transformation and especially the challenges of the pandemic, we united numerous partners from science, industry, politics, and society, informed about future research trends, organized online events, and initiated projects and collaborations.

www.siak-kl.com



In addition to organizing platforms and task forces and working on technology projects, our members also collaborated in cross-cutting areas such as public relations, recruiting skilled workers, securing skilled workers and knowledge transfer.

For further information on current projects and contacts at SIAK, please visit www.siak-kl.com.

Diemersteiner Kreis

Der Diemersteiner Kreis ist ein Netzwerk aus Entscheidern aus Hochschulen, wissenschaftlichen Instituten, Wirtschaftsförderungseinrichtungen und Unternehmen mit dem Ziel, in der Region Kaiserslautern die Anzahl der Gründungen von High-Tech-Unternehmen zu steigern. Der Kreis strebt eine positive Veränderung des Gründungsklimas in der Region an und versteht sich als Forum für eine erfolgreiche Umsetzung.

Ziele:

- Steigerung der Anzahl und des Erfolges von High-Tech-Neugründungen
- Steigerung der Sichtbarkeit von Kaiserslautern als Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort
- Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung der Region
- Engagement der Professorinnen und Professoren für Unternehmensgründungen
- Schaffung von Arbeitsplätzen

Diemersteiner Kreis is a network of decision-makers from universities, research institutes, business development agencies and enterprises, targeting to increase the numbers of high-tech start-ups in the area of Kaiserslautern. The circle is aiming at a positive change of the start-up climate in the region and sees itself as a forum for a successful implementation.

Objectives:

- *Increase of number and success of high-tech start-ups*
- *Increase of Kaiserslautern's visibility as a business and science location*
- *Support of the economic development of the region*
- *Commitment of professors for business start-ups*
- *Employment creation*

Mitgliedsfirmen / *Members:*

Business + Innovation Center Kaiserslautern GmbH
DDG - Digital Devotion Group GmbH
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, DFKI
Empolis Information Management GmbH
Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
Hochschule Kaiserslautern
Human Solutions GmbH
Insiders Technologies GmbH
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Landkreis Kaiserslautern
MP Beteiligungs GmbH
RECARO Group
Science and Innovation Allliance Kaiserslautern e.V.
Stadt Kaiserslautern
Technische Universität Kaiserslautern
WFK Wirtschaftsförderungsgesellschaft Stadt und Landkreis Kaiserslautern mbH
Wipotec Wiege- und Positioniersysteme GmbH
Zetis GmbH

www.diemersteiner-kreis.de

Diemersteiner Kreis
Science goes Business

Dr. Stefan Weiler
Vorsitzender Diemersteiner Kreis
Chairman Diemersteiner Kreis

KONTAKT / *CONTACT*
kontakt@diemersteiner-kreis.de

WELTWEITES NETZWERK

Weltweit

Wir sind Teil eines weltweiten Netzwerkes renommierter Einrichtungen. Durch die Zusammenarbeit in internationalen Projekten, den personellen Austausch von Spitzenkräften und unsere Präsenz „vor Ort“ verfügen wir somit über das weltweit jeweils aktuellste „Know-how“ auf dem Gebiet der Composites. Mit den Universitäten Shonan Institute of Technology, Fujisawa (Japan), Pennsylvania State University (USA), University of Sydney (Australien), Seoul National University (Korea) und Shanghai Jiao Tong University (China) hat das IVW bereits 1997 den „Academic Summit“ gegründet. Wissenschaftler dieser Einrichtungen treffen sich regelmäßig für einen intensiven Austausch.

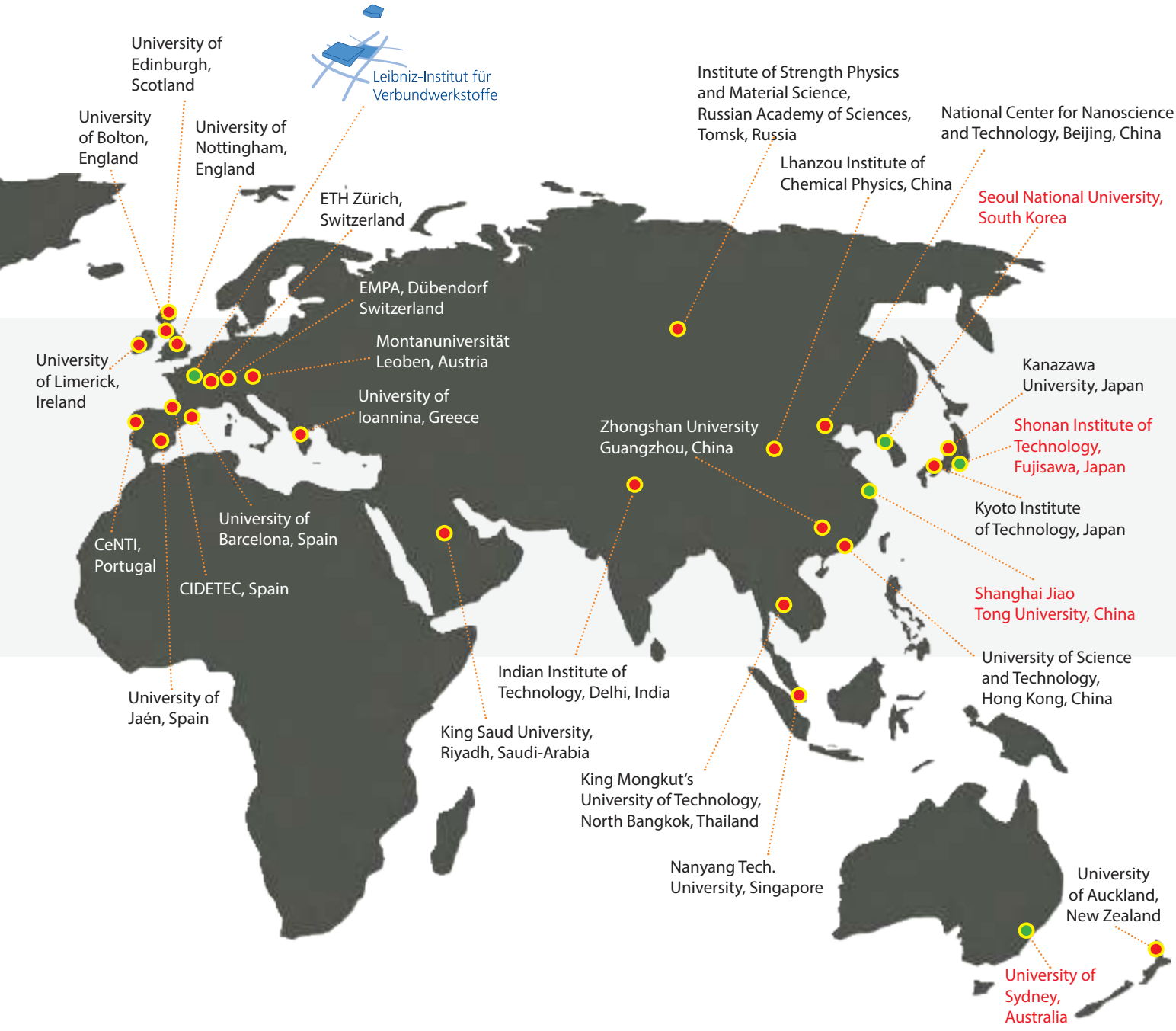




We are part of a global network of internationally leading composite research institutions. Through strong cooperation in international projects, exchange of world-class experts and our “on site” presence we have access to leading-edge technology and latest composite knowledge. Already in 1997, the "Academic Summit” was founded. Members are the Shonan Institute of Technology, Fujisawa (Japan), Pennsylvania State University (USA), University of Sydney (Australia), Seoul National University (Korea), Shanghai Jiao Tong University (China), and IVW. Scientists of these institutions meet regularly to discuss composite developments.

Worldwide

Global Network



INTERNATIONALER WISSENSCHAFTLICHER AUSTAUSCH



International Scientific Exchange



Das IVW bekennt sich ausdrücklich zu dem hohen Stellenwert des internationalen Austauschs, sowohl für die berufliche Qualifikation von Einzelpersonen als auch für die wissenschaftliche Qualität der Forschung am IVW. Deshalb entsendet das IVW jedes Jahr Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an ausländische Forschungseinrichtungen und ermöglicht gleichzeitig herausragenden Gastwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern aus dem Ausland einen Forschungsaufenthalt am IVW. Der Austausch wird dabei sowohl auf der Ebene der etablierten Forscher als auch auf der Ebene der Nachwuchswissenschaftler befördert, um die Entwicklung des Instituts und seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf vielfältige Weise zu bereichern:

- Qualifikation des wissenschaftlichen Nachwuchses
- Ausbau des internationalen Forschungsnetzwerks
- Gemeinsame Projekte mit internationalen Partnern
- Förderung der interkulturellen Zusammenarbeit

Die Umsetzung erfolgt über nationale und internationale Fördermöglichkeiten wie beispielsweise die der Alexander von Humboldt-Stiftung (AvH), des Deutschen Akademischen Austausch Dienstes (DAAD), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) sowie über ausländische Programme wie die des Marie-Curie Fellowships (EU) oder des Chinesischen Scholarship Councils (CSC). Seit 2010 wurden auf diese Weise bereits über 100 entsprechende Forschungsaufenthalte von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ermöglicht.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Klaus Friedrich, in der Vergangenheit selbst Feodor Lynen Fellow der AvH-Stiftung, Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science und ehemaliger Leiter der Abteilung Werkstoffwissenschaft am Institut für Verbundwerkstoffe, wirkte als eine der treibenden Kräfte der Internationalisierungsstrategie des IVW mit. Nach seinem Tod im Mai 2021 wurde diese Aufgabe von Dr.-Ing. Bernd Wetzel übernommen.

International Scientific Exchange

IVW expressly acknowledges the high importance of international exchange, both for the professional qualification of individuals and for the scientific quality of research at IVW. On this account, IVW is sending scientists and scholars every year to research institutions abroad and at the same time affording outstanding foreign guest scientists research stays at IVW. The exchange is promoted at the level of established researchers as well as at the level of young scientists, in order to enhance the development of the Institute and its staff in many ways:

- *Qualification of young scientists*
- *Expansion of the international research network*
- *Joint projects with international partners*
- *Promotion of intercultural cooperation*

This is accomplished through national and international funding opportunities such as those of the Alexander von Humboldt Foundation (AvH), the German Academic Exchange Service (DAAD), the German Research Foundation (DFG), and foreign programmes such as the Marie Curie Fellowships (EU) or the Chinese Scholarship Council (CSC). In this way, more than 100 exchanges have been enabled since 2010.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Klaus Friedrich, in the past himself Feodor Lynen Fellow of the AvH Foundation, Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science and former head of the Department of Materials Science at IVW, was contributing to the internationalization strategy of IVW as one of its driving forces. After his death in May 2021, this responsibility was taken over by Dr.-Ing. Bernd Wetzel.



Yifan Deng von der University of Pittsburgh in Pennsylvania, USA, besuchte das IVW im Rahmen des DAAD Rise Professional Praktikumsprogramms im Herbst 2021. Frau Deng befasste sich mit der Entwicklung von Bio-Verbundwerkstoffen auf der Basis von Naturfasern. Insbesondere wurden die thermischen Eigenschaften von Naturfasern untersucht, Korrelationen mit ihrer Zusammensetzung hergestellt und Behandlungsmethoden zur Verbesserung ihrer thermischen Eigenschaften angewandt. Unterstützt wurde sie dabei von Dr. Barbara Güttler und Sonja Adler vom Kompetenzfeld Materialkreisläufe.

Yifan Deng from the University of Pittsburgh in Pennsylvania, USA, visited IVW as part of the DAAD Rise Professional Internship Program in the fall of 2021. Ms. Deng was concerned with the development of bio-composites based on natural fibers. In particular, she studied the thermal properties of natural fibers, made correlations with their composition, and applied treatment methods to improve their thermal properties. Dr. Barbara Güttler and Sonja Adler from the Material Cycles competence field supported her during her time at IVW.

AUSGRÜNDUNGEN

Automation Steeg & Hoffmeyer GmbH

Die Automation Steeg und Hoffmeyer GmbH steht seit mehr als 40-Jahren für innovativen Sondermaschinenbau. Ziel der Unternehmensgründung 1972 war es, industrielle Wertschöpfungsketten zu automatisieren. Seitdem hat das Unternehmen als zuverlässiger und kompetenter Partner halb- und vollautomatische Maschinen für die Hohlglas- und Pharmaindustrie produziert und nicht wenige dieser Anlagen sind heute noch in Betrieb. Seit 2010 besteht das neue Geschäftsfeld der Faser-Kunststoff-Verbunde. Die alte Zielrichtung und Kernkompetenzen in der Automatisierungstechnologie bleiben erhalten. Wir liefern individuell angepasste Systemlösungen und bauen Sondermaschinen für die automatisierte und qualitätssichere Fertigung von Faser- Kunststoff-Verbunden.



For more than 40 years the Automation und Steeg Hoffmeyer GmbH represents solutions in special engineering. A core task of the foundation in 1972 was to find efficient and automated technology solutions. Since this time Automation Steeg und Hoffmeyer GmbH has been a reliable and competent partner for the production of semi- and fully automated machinery for the glass and pharmaceutical industry. As quality proof we are proud to announce that much of our equipment is still in use and some machines have been operating for more than three decades. Since 2010, we have established the new business field for fiber reinforced composites. The old goals and core competencies will be retained in automation technology. We deliver customized system solutions, and we build special machines for the automated production of high-quality fiber reinforced composite structures.

www.automation-gmbh.com



Dr.-Ing. Markus Steeg
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
Automation Steeg und
Hoffmeyer GmbH
Mainzer Landstraße 155
55257 Budenheim
info@automation-gmbh.com









A+ Composites GmbH

Die A+ Composites GmbH wurde am 09. Juni 2015 im Rahmen des EXIST- Forschungstransfer-Programmes des BMWi gegründet. Das Unternehmen ist auf die Herstellung von kundenindividuellen faserverstärkten Tapes spezialisiert. Diese Tapes werden kontinuierlich weiterentwickelt und kommen in immer mehr Anwendungen zum Einsatz. Faserverstärkte Tapes können flexibel eingesetzt werden, wodurch sie für viele Anwendungen aus unterschiedlichen Branchen der kunststoffverarbeitenden Industrie interessant sind. Haupteinsatzgebiete für A+ Composites sind die Logistikbranche, die Orthopädietechnik und die Automobilindustrie. In der Logistikbranche beispielsweise lassen sich Ladungsträger mit den Tapes gezielt verstärken, sodass diese deutlich belastbarer sind und ein Vielfaches der ursprünglichen Beladungskapazität aufnehmen können. In Spritzgussteilen werden die endlosfaserverstärkten Kunststoffe als Einleger verwendet, um die mechanischen Eigenschaften der Bauteile zu verbessern. A+ Composites ist neben der Produktion und Entwicklung seiner Produkte auch in Forschungsprojekten aktiv. So ist beispielsweise das Ziel des vom BMBF geförderten Projekts All-Polymer, einen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft von Recyclingkunststoffen zu liefern, indem die geringere Performance von recycelten Kunststoffen durch Tapes kompensiert wird. Neben A+ Composites sind zwei Universitäten und drei Unternehmen an diesem Projekt beteiligt.

A composites

leicht stabil effizient



A+ Composites GmbH was founded on June 9, 2015, within the framework of the EXIST Research Transfer Program of the BMWi. The company is specialized in the production of customized fiber-reinforced tapes. These tapes are continuously developed and are used in more and more applications. Fiber-reinforced tapes can be used flexibly, which makes them interesting for many applications from different branches of the plastics processing industry. The main areas of application for A+ Composites are the logistics sector, orthopaedic technology and the automotive industry. In the logistics industry, for example, load carriers can be specifically reinforced with the tapes so that they are significantly more resilient and can hold many times their original loading capacity. In injection molded parts, the continuous fiber-reinforced plastics are used as inserts to improve the mechanical properties of the components. In addition to the production and development of its products, A+ Composites is also active in research projects. For example, the aim of the All-Polymer project, which is funded by the BMBF (Federal Ministry of Education and Research), is to contribute to the recycling of recycled plastics by compensating the lower performance of recycled plastics with tapes. Besides A+ Composites, two universities and three companies are involved in this project.

www.aplus-composites.de



Dr.-Ing. Markus Brzeski
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
A+ Composites GmbH
Rudolf-Diesel-Straße 7
66919 Weselberg
info@aplus-composites.de

eXIST Existenzgründungen aus der Wissenschaft

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

ESF Europäischer Sozialfonds für Deutschland

EUROPÄISCHE UNION

AUSGRÜNDUNGEN

CirComp GmbH





www.circomp.de

CirComp GmbH ist Spezialist auf dem Gebiet der Fertigung von Komponenten aus Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen in Faser-Wickeltechnik. Weiterhin werden kontinuierlich faserverstärkte thermoplastische Profile und Tapes sowie 3D-Druckfilamente entwickelt und gefertigt. Derartige Halbzeuge eignen sich für die kosteneffiziente Herstellung von Thermoplast-Bauteilen in Faserverbund-Bauweise. In Kombination mit den ausgereiften Produktionsprozessen zur Herstellung von Komponenten aus Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen in Faser-Wickeltechnik sowie den Thermoplast-Verarbeitungsverfahren mit kurzen Zykluszeiten wie z.B. Spritzguss, Pressen und Extrusion, erschließt die CirComp GmbH immer neue Anwendungen. Das Unternehmen steht an vorderster Stelle, wenn leichte, leistungsfähige und kosteneffiziente Komponenten verlangt werden. Die CirComp GmbH wird seit 20. November 2019 als eine deutsche Niederlassung der Albany Engineered Composites Inc. geführt.

CirComp GmbH is specialized in the manufacturing of components from composite materials in filament winding technology. Furthermore, continuous fiber reinforced thermoplastic profiles, tapes and additive manufacturing filament are developed and manufactured for cost-efficient production with short cycle times like injection molding, pressforming and extrusion. By specific combination of different fibers and matrix materials and the use of special reinforcement architectures, the products become tailor-made components of composite materials for different applications and requirements. CirComp GmbH is a guarantor for the reliable supply of high quality products and is leading manufacturer for advanced lightweight and cost-efficient components. CirComp GmbH became a subsidiary of Albany Engineered Composites on November 20th,2019.



Dr. Uwe Virkus
Geschäftsführer
Managing Director

KONTAKT / *CONTACT*
CirComp GmbH
Marie-Curie-Straße 11
67661 Kaiserslautern
ksn.sales@albint.com









CompActive ist ein junges Technologie-Unternehmen spezialisiert auf die Entwicklung und Produktion von Aktoren – konkret neuartige Biegeaktoren. Die patentierte Technologie erlaubt es, das besondere Leistungsprofil von Formgedächtnislegierung wirtschaftlich zu nutzen und gleichzeitig die Systemkomplexität gering zu halten. So kann auf konventionell benötigte Komponenten wie z.B. Mechanik, Motor und Getriebe verzichtet werden. Durch Integration der aktiven Module in Produkte werden gewünschte Verstellfunktionen auf kleinstem Bauraum bei minimaler Zusatzmasse möglich. Egal ob es um eine innovative Funktionserweiterung oder die Neuauflage einer etablierten Verstellfunktion geht, CompActive bietet mit Machbarkeitsstudien, dem Aufbau von funktionsfähigen Prototypen, bis hin zu einer detaillierten Auslegung und Herstellung alles auf dem Weg von der Idee bis zum neuen Serienprodukt. Die kürzliche aufgebaute Fertigung in Neustadt an der Weinstraße sichert Qualität und Verfügbarkeit „Made in Germany“. Die CompActive-Technologie bietet branchenübergreifend neue Aktoren und Aktoriklösungen!

CompActive is a young technology company focusing on the development and production of actuators - more specific novel bending actuators. The patented technology allows the special performance profile of shape memory alloy to be used economically while keeping system complexity low. This means that conventionally required components such as mechanics, motor and gearbox are no longer needed. By integrating the active modules into products, desired adjustment functions are possible in the most compact installation space with minimal additional mass. Whether it's an innovative functional enhancement or a new version of an established adjustment function, CompActive offers everything from feasibility studies and the construction of functional prototypes to detailed design and manufacturing, all the way from the idea to the new series product. The recently established manufacturing facility in Neustadt an der Weinstraße ensures quality and availability "Made in Germany".

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
eXIST Existenzgründungen aus der Wissenschaft
ESF Europäischer Sozialfonds für Deutschland
Europäische Union
Zusammen. Zukunft. Gestalten.

Das Vorhaben „CompActive“ wird im Rahmen des EXIST-Programms durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und den Europäischen Sozialfonds gefördert.

www.compactive.de



Dr.-Ing. Moritz Hübler
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
CompActive GmbH
Erfurterstraße 9-11
67433 Neustadt an der Weinstraße
info@compactive.de

AUSGRÜNDUNGEN

Easicomp GmbH

Success made „easi“!



www.easicomp.de

Die Easicomp GmbH wurde 2011 gegründet und ist ein führender Dienstleister im Bereich LFT (langfaserverstärkte Thermoplaste). Die Dienstleistungspalette der Easicomp GmbH beinhaltet unter anderem Beratung, Entwicklung, Produktion und Vertrieb von thermoplastischen Faserverbundwerkstoffen. Das Team der Easicomp GmbH besteht aus qualifizierten und erfahrenen Experten im Bereich LFT. Somit bietet die Easicomp GmbH ihren Kunden „das ganze Paket“ rund um das Thema “thermoplastic composites“. Aktuelle Projekte befassen sich mit den Themen Re- bzw. Upcycling und antimikrobielle Funktionalität bei LFT-Compounds.

Easicomp GmbH was founded in 2011 and is a leading service provider in the field of LFRT (long fiber-reinforced thermoplastics). Easicomp´s services include, amongst others, counseling, production, development and distribution of thermoplastic composites. The Easicomp team, consisting of qualified and experienced experts in LFRT, can therefore offer its clients “the whole package“ around the subject “thermoplastic composites”. Current projects address the topics of re- and upcycling as well as antimicrobial functionality in LFT compounds.



Dr.-Ing. Tapio Harmia
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
Easicomp GmbH
Junkers-Straße 10
67681 Sembach
info@easicomp.de

Evolime GmbH – Wickeltechnik mit Fortschritt



EVOLIME
RADIAL COMPOSITES

Die derzeitigen Verfahren zur Herstellung von Radstrukturen aus Faserkunststoffverbund (FKV) sind häufig wenig flexibel oder benötigen ein hohes Maß an händischen Arbeitsschritten, sodass ihr Einsatz für viele Anwendungsbereiche unwirtschaftlich ist. Die Gründer der Evolime GmbH haben, im Rahmen des BMWi geförderten EXIST-Forschungstransfers „CompoSpoke", eine alternative Fertigungstechnologie zur Marktreife gebracht. Dabei werden Fasern im Nasswickelverfahren automatisiert auf kleine Formteile aufgewickelt und gleichzeitig zu Radstrukturen umgeformt. Das Verfahren stellt das derzeit einzige vollvariable Verfahren zur Herstellung monolithischer FKV-Radstrukturen aus einem einzelnen kontinuierlichen Faserband dar. Es arbeitet quasi verschnittfrei und hat damit eine sehr gute Umweltbilanz. Kombiniert mit einem Formenbau im 3D-Druck ermöglicht es eine effiziente und zugleich flexible Fertigung von Speichenrädern aus Carbon und anderen Faserkunststoffverbunden. Der Einsatz der Technologie zielt im Kern auf Märkte im Maschinen- und Anlagenbau sowie auf Mobilitätsanwendungen.

The current processes for manufacturing wheel structures from fiber-reinforced polymer composites (FRPC) are often not very flexible or require a high degree of manual working steps, making their use uneconomical for many areas of application. The founders of Evolime GmbH have brought an alternative manufacturing technology to market stage. The publicly funded technology development "CompoSpoke" is based on a wet winding process in which fibers are automatically wound onto small molded parts and simultaneously formed into wheel structures. The process is currently the only fully variable process for the production of monolithic composite wheel structures from a single continuous fiber. It is virtually free of waste and therefore has a very good environmental balance. Combined with mold construction using 3D printing, it enables efficient and flexible production of spoked wheels made of carbon and other fiber polymer composites alike. The use of the technology aims primarily at markets in mechanical and plant engineering as well as mobility applications.



Dr.-Ing. Marcel Bücker
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

www.evolime.de

KONTAKT / *CONTACT*
Evolime GmbH
Gewerbestraße 4d
kontakt@evolime.de

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
eXIST Existenzgründungen aus der Wissenschaft
ESF Europäischer Sozialfonds für Deutschland
Europäische Union
Zusammen. Zukunft. Gestalten.

Das Vorhaben „CompoSpoke" wird im Rahmen des EXIST-Programms durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und den Europäischen Sozialfonds gefördert.

AUSGRÜNDUNGEN

Gründungsbüro TU & HS Kaiserslautern



Die IVW-Ausgründung „Evolime“ erhielt den Transferpreis 2021 „Gründer des Jahres“

The IVW spin-off “Evolime” received the transfer award 2021 “Founder of the Year”

Das Gründungsbüro startete 2008 als Anlaufstelle für alle Angehörigen der Hochschulen Kaiserslautern rund um das Thema Gründung. Unsere Mission ist es, Unternehmergeist und Führungskompetenz im Hochschul- und Forschungsalltag zu verankern. Ziel unserer Maßnahmen ist die Steigerung der Anzahl von Ausgründungen, insbesondere im Technologiebereich.

Am Anfang steht die Sensibilisierung und Qualifizierung rund um das Thema „Unternehmerisches Denken und Handeln“. Durch individuelle Beratung und ein breit gefächertes Qualifizierungsprogramm werden umfassende unternehmerische Kernkompetenzen vermittelt. So werden Schritt für Schritt junge Führungspersönlichkeiten aufgebaut, ein gründerfreundliches Klima geschaffen und der Unternehmergeist gestärkt.

Wir richten unser Beratungsangebot an alle Studierenden, Mitarbeitenden und Alumni der beiden Hochschulen sowie Beschäftigte der Forschungsinstitute. Wir möchten alle Gründungsinteressierten bestärken, die Umsetzung ihrer Ideen mutig voranzutreiben.

The „Gründungsbüro“ (start-up office) started in 2008 as a competent contact point for all those members of the University of Kaiserslautern and the University of Applied Sciences Kaiserslautern interested in establishing their own company. Our mission is to embed entrepreneurial spirit and leadership competence in the everyday academic and research practice. The objective of our measures is to increase the number of spin-offs, particularly in the technology sector.

It all starts with raising awareness and qualification for entrepreneurial thinking and acting. Individual consultancy and a broad supply of workshops teach important entrepreneurial core competencies. This helps to develop young leadership personalities, create a supportive environment and strengthen the entrepreneurial spirit.

Students, alumni, scientists and all other staff members of the two universities and research institutes receive professional support tailored to their particular needs and topics. We want to encourage all people to realize their ideas by starting their own business.

www.gruendungsbuero.info



Dr. Bernhard Schu
Leiter Gründungsbüro
Manager Gründungsbüro

KONTAKT / *CONTACT*
Gründungsbüro der TU & HS Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
info@gruendungsbuero.info

INTELLIGHT



INTELLIGHT
intelligent lightweight solutions

INTELLIGHT steht für einzigartige Kompetenz und mehr als 20 Jahre Erfahrung bei der Potenzialanalyse, der Entwicklung und der Umsetzung intelligenter Kunststoff-, Composite- und Hybrid-Leichtbau-Lösungen in nahezu allen Industriebereichen.
INTELLIGHT ist werkstoff- und verfahrensseitig völlig unabhängig: Wir bieten eine objektive Expertenberatung zur Identifizierung der Potenziale von Leichtbau-Lösungen im jeweiligen Anwendungsfeld. Auf der Basis modernster Engineering-Methoden mit computergestütztem Design und modernsten Simulationstechniken setzen wir Leichtbaulösungen vom ersten Funktionsprototypen und der Bauteilprüfung bis hin zur Serie maßgeschneidert für unsere Kunden um.

INTELLIGHT stands for unique competence and more than 20 years of experience in the analysis of potentials, the development and implementation of intelligent plastic, composite and hybrid lightweight construction solutions in almost all industrial sectors.
INTELLIGHT is completely independent in terms of materials and processes: We offer objective expert advice to identify the potentials of lightweight construction solutions in the respective field of application. Based on state-of-the-art engineering methods with computer-aided design and state-of-the-art simulation techniques, we implement lightweight construction solutions tailored to our customers' needs, from the first functional prototype and component testing right up to series production.

www.intellight.de



Dr.-Ing. Markus Steffens
Inhaber & Geschäftsführer
Owner & CEO

KONTAKT / *CONTACT*
INTELLIGHT -
Intelligent Lightweight Solutions
Am Potzbacher Pfad 7
67722 Winnweiler
info@intellight.de



OPTIMAS
TU Kaiserslautern

Das IVW ist Mitglied im Landesforschungszentrum OPTIMAS, einem Zusammenschluss der Fachbereiche Physik, Chemie und Maschinenbau der TU KL sowie den außeruniversitären Forschungseinrichtungen IFOS, Fraunhofer ITWM und dem Photonik-Zentrum Kaiserslautern e.V.

OPTIMAS verbindet optische Technologien und die Werkstoffwissenschaften. Interdisziplinär forschen die Partner an der Wechselwirkung von Licht mit unterschiedlichsten Materialien. Für das IVW ergeben sich daraus interessante Kooperationen in den Bereichen Materialanalytik, der lasergestützten Bearbeitung von Verbundwerkstoffen und der zerstörungsfreien Prüfung von Bauteilen. Mit seinem anwendungsnahen Know-How bildet das IVW für die Partner in OPTIMAS eine wichtige Brücke zur Industrie. So konnte das IVW bereits mehrere erfolgreiche Forschungsprojekte initiieren, die im Rahmen der Forschungsplattform OPTIMAS ihren Ursprung hatten.

IVW is member of the National Research Center OPTIMAS, a merger of the physics, chemistry and engineering departments at the University of Kaiserslautern and the research institutions IFOS, Fraunhofer ITWM and Photonic Center Kaiserslautern.

OPTIMAS combines optical technologies and materials science. Interdisciplinary research on the interaction of light with various materials is performed by the partners. For IVW this opens up interesting possibilities for cooperation in the field of materials analytics, laser-machining of composites and non-destructive testing. With its application-related know-how, IVW forms an important bridge into the composites industry. Several successful research projects were initiated by IVW, which originated in the frame of OPTIMAS.

Das Institut konnte 2021 mit seinen 3 Professoren sowie 9 internen und externen Lehrbeauftragten 43 Semesterwochenstunden Vorlesungen und Labore an TU und HS Kaiserslautern anbieten. Studierende erhielten zudem durch die Bearbeitung von studentischen Arbeiten Einblicke in einen modernen Forschungsbetrieb und aktuelle, zukunftsträchtige Foschungsthemen. 27 Projekte und Studienarbeiten, 10 Bachelorarbeiten, 15 Master- und Diplomarbeiten sowie 5 Promotionsverfahren und eine Habilitation wurden im letzten Jahr abgeschlossen. Kolloquien, Technologietransfer und Praktika vervollständigten das Angebot in der Lehre. Darüber hinaus brachten sich Mitarbeitende des Instituts auch aktiv in außeruniversitäre Lehrveranstaltungen und Weiterbildungen ein, so z.B. in dem zweimal jährlich stattfindenden „Grundlagenseminar Thermoplastische Kunststoff-Verbunde“, organisiert durch CUeV.

In 2021, the institute was able to offer 43 semester hours of lectures and laboratories at TU and HS Kaiserslautern with its 3 professors as well as 9 internal and external lecturers. In addition, students gained insights into modern research operations and current, promising research topics by working on student theses. 27 project and student research projects, 10 bachelor theses, 15 master and diploma theses as well as 5 dissertations and one habilitation were completed last year. Colloquia, technology transfer, and internships supplemented IVW's offer in teaching and research. In addition, the institute's employees also contributed to non-university lectures and training, e.g. the biannual fundamental seminar “thermoplastic reinforced composites”, organized by CUeV.

TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN

Wintersemester	SWh
Berechnung und Konstruktion von Verbundwerkstoffen Hausmann	2
Verbundwerkstoffe im Flugzeugbau Breuer	2
Fügeverfahren für Verbundwerkstoffe Geiß / Mitschang	2
Konstruieren in Kunststoffen Endemann	2
Labor Werkstofftechnik Eifler / Geiß / Breuer / Mitschang / Seewig	4
Integrierte Produktentwicklung mit Verbundwerkstoffen May	2
Biomimetik in der Werkstoffwissenschaft Wetzel	2
Labor CAE mit Verbundwerkstoffen Hausmann / Schmeer / Duhovic	3

Sommersemester	SWh
Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe Mitschang	2
Verbundwerkstoffbauweisen Schmeer	2
Ermüdung und Lebensdauer Magin	2
Leichtbau Hausmann	4
Labor Maschinenkonstruktion Thema: Demonstration und Herstellung von faserverstärkten Bauteilen im Wickelverfahren Beck / Eigner / Geiß / Mitschang / Müller / Sauer / Stephan	4
Physik multifunktionaler Materialien Gurka	2

Hochschule Kaiserslautern University of Applied Sciences

Wintersemester	SWh
Tribologie Gebhard	2
Allgemeine Chemie Gryshchuk	4

Sommersemester	SWh
Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen und Stoffkreisläufe Gryshchuk	2

Auszug aus unseren Schutzrechten
Excerpt from our intellectual property rights

- DE102013102486B3
  Verfahren zur kontinuierlichen Messung des hydrodynamischen Kompaktierungsverhaltens einer Verstärkungsstruktur
  Becker, David; Rieber, Gunnar; Franz, Holger
- DE202019102255.8
  Zylinderauszugskörper zur Prüfung des Adhäsionsvermögens zwischen Kunststoff/Metall-Kunststoff-Hybriden
  Becker, Yves
- DE10306345B4
  Verfahren zur Herstellung eines rotationssymmetrischen faserverstärkten Vorformlings
  Brogdon, Steven; Lichtner, Jens; Weick, Torsten; Weimer, Christian
- DE102011056637B4
  Verfahren zur Fertigung eines Kunststoffbauteils
  Brzeski, Markus
- DE202020101561.3
  Vorrichtung zur Konditionierung von Werkstoffen
  Donhauser, Tobias
- DE102018101758.8
  Vorrichtung zur tribologischen Vorqualifizierung von Filamenten
  Gebhard, Andreas; Brunner, Stefan
- DE102018110692.0
  Verfahren und Vorrichtung zur zeitaufgelösten Analyse von Transferfilmen
  Gebhard, Andreas; Jim, Bai-Cheng
- DE102015106802B3
  Biegeaktuator mit Formgedächtniselement
  Hübler, Moritz; Fritz, Lisa; Nissle, Sebastian; Gurka, Martin
- DE202018001559.8
  Gitter aus Formgedächtnislegierung mit einem Kupferanker
  Hübler, Moritz; Gurka, Martin; Nissle, Sebastian
- DE102012102841B3
  Verfahren zur Präparation eines Roving
  Lichtner, Jens; Mack, Jens; Steeg, Markus
- DE102005018477B4
  Garn mit mineralischen Fasern
  Molnár, Peter
- DE102006005104B3
  Verfahren zur Überwachung eines Bauteils aus einem Kunststoffmaterial
  Molnár, Peter; Ogale, Amol; Mitschang, Peter
- DE102015107281.5
  Faserverbundwerkstoff-Hohlprofilstruktur mit verlorenem Hohlkern
  Motsch, Nicole; Magin, Michael
- DE10354723B4
  Stoßfängerquerträger für ein Fahrzeug
  Pfaff, Thomas; Schmitt, Uwe
- DE112015003290A5
  Faserverbundwerkstoff-Verbindungsabschnitt und Herstellverfahren
  Pfaff, Thomas; Magin, Michael; Schmitt, Uwe
- DE102012109671B4
  Vorrichtung und Verfahren zur Fertigung einer Vorform
  Rieber, Gunnar
- DE102011009506B4
  Vorrichtung zur Herstellung hohler Formbauteile aus einem Faserverbundwerkstoff
  Rieber, Gunnar; Hummel, David
- EP2705998B1
  Deformationselement zur Absorption kinetischer Energie, aus derartigen Elementen hergestellte Einheit sowie Verfahren zur Herstellung eines derartigen Elements
  Schmeer, Sebastian; Schmitt, Uwe; Pfaff, Thomas; Scheliga, David
- DE102008009540B3
  Vorrichtung zum Umformen eines Werkstückes aus einem thermoplastischen Werkstoff
  Velthuis, Rudi
- DE102005018478B4
  Vorrichtung zum Induktionsschweißen von Kunststoffteilen
  Velthuis, Rudi; Collet, Christoph

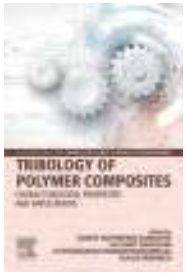
Fachbücher unserer IVW Autoren (Auswahl)
Technical books by IVW authors (selection)



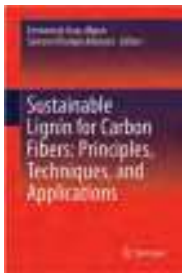
Integrated Product Development with Fiber-Reinforced Polymers
David May
Springer Vieweg, 2021
ISBN: 978-3-030-73406-0
https://www.springer.com/de/book/978030734060



Structure and Properties of Additive Manufactured Polymer Components
Klaus Friedrich, Rolf Walter
Woodhead Publishing, 2020
ISBN: 978-0-12-819535-2
https://www.elsevier.com/books/structure-and-properties-of-additive-manufactured-polymer-components/friedrich/978-0-12-819535-2



Tribology of Polymer Composites: Characterization, Properties and Applications
Sanjay Mavinkere Rangappa, Suchart Siengchin, Jyotishkumar Parameswaranpillai, Klaus Friedrich (Editors)
Elsevier, 2020
ISBN: 978-0-12-819767-7
https://www.elsevier.com/books/tribology-of-polymer-composites/mavinkere-ragapa/978-0-12-819767-7



Sustainable Lignin for Carbon Fibers: Principles, Techniques, and Applications
Emmanuel Akpan, Samson Oluropo Adeosun (Editors)
Springer, 2019
ISBN: 978-3-030-18792-7
https://www.springer.com/de/book/9783030187910



The Physics of Multifunctional Materials:
Concepts, Materials, Applications
Martin Gurka
DEStech Publications, 2019
ISBN: 978-1-60595-260-4
https://www.destechpub.com/product/physics-multifunctional-materials/



Commercial Aircraft Composite Technology
Ulf Paul Breuer
Springer, 2016
ISBN: 978-3-319-31917-9
https://www.springer.com/de/book/9783319319179



Materials Chemistry: A Multidisciplinary Approach to Innovative Methods
Klaus Friedrich, Gennady E. Zaikov, A. K. Haghi (Editors)
Apple Academic Press, 2015
ISBN: 978-1-77188-2
https://www.appleacademicpress.com/title.php?id=9781771882514



Multifunctionality of Polymer Composites: Challenges and New Solutions
Klaus Friedrich, Ulf Breuer
Elsevier, 2015
ISBN: 978-0-323-26434-1
https://www.elsevier.com/books/multifunctionality-of-polymer-composites/friedrich/978-0-323-26434-1



Handbuch Verbundwerkstoffe: Werkstoffe, Verarbeitung, Anwendung
Manfred Neitzel, Peter Mitschang, Ulf Breuer (Hrsg.) Hanser Verlag,
2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2014
ISBN: 978-3-446-43696-1
https://www.hanser-fachbuch.de/buch/Handbuch+Verbundwerkstoffe/9783446436961

2021

MÄRZ

Advanced Manufacturing Technology – Symposium Japan
Advanced Manufacturing Technology – Symposium Japan

Am 12. März 2021 hat Herr Prof. Mitschang auf Einladung des Advanced Manufacturing Technology Institute der Kanazawa Universität, Japan, auf dem diesjährigen, alle zwei Jahre stattfindenden, Symposium einen Keynote Vortrag mit dem Titel „Composites Manufacturing - new Developments and Trends in Europe" gehalten.

On March 12, 2021, at the invitation of the Advanced Manufacturing Technology Institute of Kanazawa University, Japan, Prof. Mitschang delivered a keynote lecture entitled "Composites Manufacturing - new Developments and Trends in Europe" at this year's biennial symposium.

2021

MAI

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Klaus Friedrich verstorben
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Klaus Friedrich Passed Away

Am 29. Mai 2021 ist Herr Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Klaus Friedrich verstorben, der über viele Jahre wie kein anderer unser Haus geleitet und geprägt hat. Im August 1990 wurde er Forschungsdirektor für Werkstoffwissenschaft am damals ganz neu gegründeten Institut für Verbundwerkstoffe an der Universität Kaiserslautern. Seine herausragenden wissenschaftlichen Leistungen auf dem Gebiet der Faserverbundwerkstoffe sind weltweit bekannt und gefragt. Mehr als 900 Arbeiten in referierten Zeitschriften und Büchern haben ihn in der Stanford-Rangliste zu einem der international meist zitierten Wissenschaftler gemacht. Herrn Professor Friedrich verdanken wir die Ausbildung zahlreicher Studierender und Promovierender, die heute in führenden Positionen in Wirtschaft und Wissenschaft arbeiten. Er war u.a. aktiv in der Alexander von Humboldt-Stiftung, der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde und hochkarätigen Gutachtergremien in Australien, Belgien, Hongkong, Neuseeland, Russland, Schweiz und Südafrika. Drei Ehrenprofessuren (Zhogshan University Guangzhou, University of Science and Technology of China, Wuhan University of Technology) und zwei Ehrendoktorwürden der Budapest University of Technology and Economics sowie vom V.A.



On 29 May 2021, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Klaus Friedrich, who for many years led and shaped our institute like no other, passed away. In August 1990, he became Research Director for Materials Science at the then newly founded Institut für Verbundwerkstoffe at the University of Kaiserslautern. His outstanding scientific achievements in the field of fiber reinforced composites are known and sought after worldwide. More than 900 papers in peer-reviewed journals and books have made him one of the most internationally cited scientists in the Stanford rankings. We owe Professor Friedrich the education of numerous students and doctoral candidates who today work in leading positions in industry and science. He has been active in the Alexander von Humboldt Foundation, the German Research Foundation, the German Society for Materials Science and high-profile review panels in Australia, Belgium, Hong Kong, New Zealand, Russia, Switzerland and South Africa, among others. Three honorary professorships (Zhogshan University Guangzhou, University of Science and Technology of China, Wuhan University of Technology) and two honorary doctorates from the Budapest University of Technology and

Belyi Metal Polymer Research Institute of National Academy of Sciences of Belarus, Innovationspreise und Patente zeichneten seine Exzellenz aus. 2005 wurde Prof. Friedrich als „World Fellow" des International Committee on Composite Materials ausgezeichnet. Auch mit seiner Emeritierung 2006 gab es für ihn keinen Ruhestand. Das IVW hat er die ganze Zeit über, bis vor kurz vor seinem Abschied, als treuer Berater, Gutachter und Betreuer wissenschaftlicher Arbeiten begleitet. Mit Professor Klaus Friedrich hat uns ein großer Mann verlassen. Sein Vorbild bleibt.

Economics and from the V.A. Belyi Metal Polymer Research Institute of National Academy of Sciences of Belarus, innovation awards and patents distinguished his excellence. In 2005, Prof. Friedrich was honored as a "World Fellow" of the International Committee on Composite Materials. Even when receiving the emeritus status in 2006, there was no retirement for him. He accompanied IVW ever since, until shortly before his passing, as a loyal advisor, reviewer and supervisor of scientific work. With Professor Klaus Friedrich, a great man has left us. His good example remains.

2021

JUNI

Besuch des Deutschen Generalkonsulats New York
Visit of the German Consulate General New York



Am 08. Juni 2021 konnten wir Frau Konsulin Yasemin Pamuk, die Leiterin des Bereichs Kultur und Wissenschaft des deutschen Generalkonsulates in New York im IVW begrüßen (im Bild 2. v.l., neben Fr. Dr. Barbara Güttler ganz links und Herrn Prof. Breuer sowie Herrn Prof. Hausmann rechts). Faserverbundwerkstoffe sind auf beiden Seiten des Atlantiks eine wichtige Schlüsseltechnologie. Frau Konsulin Pamuk war von den aktuellen Entwicklungen in den Laboratorien des IVW sehr beeindruckt. Das Generalkonsulat unterstützt u.a. die Netzwerkbildung und Sichtbarkeitsmachung des Hochtechnologiestandortes Deutschland in den Vereinigten Staaten.

On June 8, 2021, we welcomed Consul Yasemin Pamuk, Head of Culture and Science at the German Consulate General in New York, at IVW (pictured 2nd from left, next to Dr. Barbara Güttler on the far left, Prof. Breuer and Prof. Hausmann on the right). Fiber composites are an important key technology on both sides of the Atlantic. Consul Pamuk was very impressed by the current developments in the IVW laboratories. Among other things, the Consulate General supports the networking and visibility of Germany as a high-tech location in the United States.

2021

JUNI

Habilitationsverfahren Dr. David May erfolgreich abgeschlossen
Habilitation Procedure Dr. David May Successfully Completed



Dr. David May hat am 16. Juni 2021 mit seinem Vortrag zum Thema „Prozessentwicklung für Faser-Kunststoff-Verbunde: Studien zu Verarbeitungseigenschaften von Halbzeugen als Basis einer ganzheitlichen Forschungsmethodik“ den letzten Teil seines Habilitationsverfahrens erfolgreich abgeschlossen und seine Habilitationsurkunde von Herrn Prof. Dr.-Ing. Tilmann Beck, Dekan des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern, erhalten. Ein toller Erfolg! Herzlichen Glückwunsch!

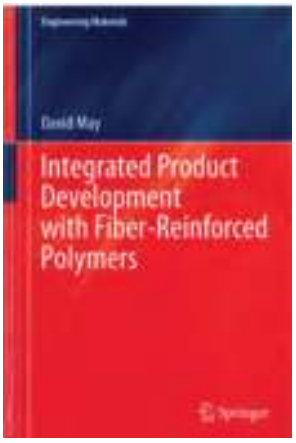
On June 16, 2021, Dr. David May successfully completed the last part of his habilitation procedure with his lecture on “Process development for fiber-plastic composites: Studies on processing properties of semi-finished products as the basis of a holistic research methodology” and received his habilitation certificate from Prof. Dr.-Ing. Tilmann Beck, Dean of the Department of Mechanical and Process Engineering at TU Kaiserslautern. A great success! Congratulations!

2021

JULI

Neues Lehrbuch im Springer-Verlag erschienen
New Textbook Published by Springer

Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) bieten herausragende Vorteile, von denen das hohe Leichtbaupotenzial der wohl markanteste, aber bei weitem nicht der einzige ist. Um diese Vorteile auszuschöpfen ist eine integrierte Produktentwicklung erforderlich. Ein neu im Springer-Verlag erschienenes Lehrbuch soll die hierfür notwendigen Grundlagen vermitteln. Autor des Lehrbuchs ist PD Dr.-Ing. habil. David May, der am IVW als Nachwuchsgruppenleiter und Kompetenzfeldleiter tätig ist. Es basiert auf seiner gleichnamigen Vorlesung an der Technischen Universität Kaiserslautern.
Eine deutschsprachige Version ist bereits im letzten Jahr erschienen.



Fiber-reinforced plastics (FRP) offer outstanding advantages, of which the high lightweight potential is probably the most striking, but by far not the only one. To exploit these advantages, integrated product development is required. A new textbook published by Springer aims to provide the necessary basics.
The author of the textbook is PD Dr.-Ing. habil. David May, who works at IVW as a junior research group leader and competence field leader. It is based on his lecture of the same name at the Technical University of Kaiserslautern.
A German-language version was already published last year.

2021

SEPTEMBER

Festkolloquium „30 Jahre IVW“

Anniversary Colloquium “30 Years IVW“

Am 8. und 9. September 2021 fand anlässlich des 30-jährigen Bestehens des IVW ein internationales Festkolloquium mit rund 200 Teilnehmenden aus Wissenschaft, Industrie, Politik und Gesellschaft statt, das erfolgreich in hybrider Form abgehalten wurde. Neben den Grußworten und der Gratulation des Ministers für Wissenschaft und Gesundheit des Landes Rheinland-Pfalz, Herrn Clemens Hoch, nahm die Belegschaft auch Glückwünsche der Stadt Kaiserslautern, der Technischen Universität Kaiserslautern, der Leibniz-Gemeinschaft, der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Alexander von Humboldt-Stiftung entgegen. In hochkarätigen Fachbeiträgen wurden Herausforderungen und Lösungen mithilfe der Faserverbundtechnologie auf den Gebieten Energie, Klima, Umwelt, dem Mobilitäts- sowie dem Gesundheitssektor diskutiert.









On September 8 and 9, 2021, an international celebratory colloquium with around 200 participants from science, industry, politics and society was successfully held in hybrid form to mark the 30th anniversary of IVW. In addition to greetings and congratulations from the Minister of Science and Health of the State of Rhineland-Palatinate, Mr. Clemens Hoch, the staff also received congratulations from the City of Kaiserslautern, the Technical University of Kaiserslautern, the Leibniz Association, the German Research Foundation and the Alexander von Humboldt Foundation. Challenges and solutions with the help of fiber composite technology in the fields of energy, climate, environment, mobility and the health sector were discussed in high-caliber technical papers.

2021
SEPTEMBER

Posthume Verleihung an Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Klaus Friedrich
Posthumous Award to Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Klaus Friedrich

Am 9. September 2021 wurde Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Klaus Friedrich im Rahmen einer ihm gewidmeten Honorary Session des Festkolloquiums „30 Jahre IVW" posthum mit der Medal of Excellence in Composite Materials ausgezeichnet. Die Medaille wurde von Dr. Karl Steiner, Vizepräsident für Forschung sowie Professor für Maschinenbautechnik an der University of Maryland, Baltimore County (UMBC), an Professor Friedrichs Ehefrau Elke Friedrich übergeben. Weitere Informationen zur Medal of Excellence in Composite Materials finden Sie unter https://www.ccm.udel.edu/about-us/medal-of-excellence/.



On September 9, 2021, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Klaus Friedrich was posthumously awarded the Medal of Excellence in Composite Materials during an honorary session dedicated to him at the "30 Years of IVW" celebratory colloquium. The medal was presented to Professor Friedrich's wife Elke Friedrich by Dr. Karl Steiner, Vice President for Research and Professor of Mechanical Engineering at the University of Maryland, Baltimore County (UMBC). For more information on the Medal of Excellence in Composite Materials, visit https://www.ccm.udel.edu/about-us/medal-of-excellence/.

2021
SEPTEMBER

Alumnipreis 2021 für beste studentische Arbeit
Alumni Award 2021 for Best Student Thesis

Am 10. September 2021 wurde zum vierten Mal der Alumni-Preis für die beste studentische Arbeit vergeben. In einer Onlineabstimmung unter den IVW Alumni erhielt die Bachelorbeit von Jonas Bernhart mit dem Thema: „Parameterstudie zur variablen Prozessführung von endlosfaserverstärktem Kunststoff im 3D-Druck-Verfahren" die meisten Stimmen. Herr Bernhart freute sich neben einer Urkunde auch über die neueste Ausgabe des Fachbuchs Verbundwerkstoffe und über das Preisgeld in Höhe von 500 €. Wir wünschen ihm für sein weiteres Masterstudium alles Gute.



On September 10, 2021, the Alumni Award for the best student paper was presented for the fourth time. In an online vote among the IVW alumni, the bachelor thesis of Jonas Bernhart with the topic "Parameter study for variable process control of continuous fiber reinforced plastic in the 3D printing process" received the most votes. In addition to a certificate, Mr. Bernhart was also pleased to receive the latest edition of the textbook Composites and the prize money of €500. We wish him all the best for his further master's studies.

2021

OKTOBER

Preis für IVW-Ausgründung
Award for IVW Spin-Off



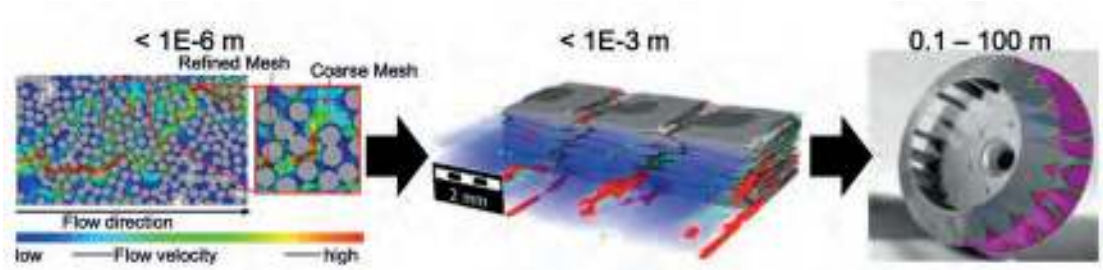
Die IVW-Ausgründung Evolime GmbH wurde am 06. Oktober 2021 durch die Science and Innovation Alliance Kaiserslautern e.V. (SIAK) mit dem Preis als „Gründer des Jahres“ ausgezeichnet. Die fortschrittliche Technologie des Unternehmens zur Herstellung von Speichenrädern aus Faserverbundwerkstoffen ist sehr vielseitig einsetzbar, z. B. im Maschinenbau, aber auch für Anwendungen im Transportsektor. Es wurden bereits verschiedene Bauteile entwickelt. Für Hochleistungsschleifscheiben werden gegenüber dem Stand der Technik bei einer Gewichtsersparnis von rd. 50 % erheblich höhere Schnittgeschwindigkeiten erreicht. Auf der Fahrradleitmesse EUROBIKE in Friedrichshafen im September zeigte Evolime als Weltpremiere Laufräder mit weniger als 1000 g Gewicht, die sie unter der neuen Marke „ONE-K Wheels“ auf den Markt bringen wollen.

The IVW spin-off Evolime GmbH was awarded the “Founder of the Year” prize by the Science and Innovation Alliance Kaiserslautern e.V. (SIAK) on October 06, 2021. The company’s advanced technology for the production of spoke wheels made of fiber composites is very versatile, e.g. in mechanical engineering, but also for applications in the transportation sector. Various components have already been developed. For high-performance grinding wheels, significantly higher cutting speeds are achieved compared with the state of the art, with a weight saving of around 50%. At the leading bicycle trade show EUROBIKE in Friedrichshafen in September, Evolime presented wheels weighing less than 1000 g as a world premiere, which they intend to launch under the new brand “ONE-K Wheels”.

2021

OKTOBER

1. IVW Multiscale Simulation Day
1. IVW Multiscale Simulation Day



Unter der wissenschaftlichen Leitung von PD Dr. David May fand am 19. Oktober der 1. IVW Multiscale Simulation Day mit 149 Teilnehmenden statt. Dieses Format aus eingeladenen Fachbeiträgen und einer Podiumsdiskussion bot ein offenes Forum, um neueste Forschungsarbeiten, Ideen und Lösungen rund um das Thema Multiskalensimulation im Bereich der Verbundwerkstoffe zu präsentieren und zu diskutieren.

On October 19, the 1st IVW Multiscale Simulation Day under scientific leadership of PD Dr. David May took place with 149 participants. This format of invited technical papers and a panel discussion provided an open forum to present and discuss the latest research, ideas and solutions around multiscale simulation in the field of composites.

2021

NOVEMBER

IVW erfolgreich im Leibniz-Wettbewerb
IVW Successful in Leibniz-Competetion



Im Leibniz-Wettbewerb „Kooperative Exzellenz" war das IVW mit dem Projektvorschlag „Maschinelles Lernen für Simulationsintelligenz bei der Prozessauslegung für Verbundwerkstoffe" erfolgreich. Mit dem Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik WIAS und dem Leibniz-Institut für Polymerforschung IPF sind zwei ausgewiesene Partner aus der Leibniz-Gemeinschaft mit an Bord, perfekt ergänzt durch das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM und das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz DFKI. Mit Professor J. Nathan Kutz (University of Washington) und Professor Suresh Advani (University of Delaware) konnten zudem zwei international herausragende Forscher für das Projekt gewonnen werden. So sind von den mathematischen Grundlagen über die Softwareentwicklung für numerische Simulation bis hin zur prozesstechnischen Anwendung alle Kompetenzen vorhanden, um maschinelles Lernen im Rahmen von Simulationsmodellen zukünftig noch besser für Innovationen mit Verbundwerkstoffen nutzen zu können.

IVW successfully applied for the Leibniz Competition "Cooperative Excellence" with the project proposal "Machine Learning for Simulation Intelligence in Process Design for Composite Materials". With the Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics WIAS and the Leibniz Institute of Polymer Research IPF, two proven partners from the Leibniz Association are on board, perfectly complemented by the Fraunhofer Institute for Industrial Mathematics ITWM and the German Research Center for Artificial Intelligence DFKI. With Professor J. Nathan Kutz (University of Washington) and Professor Suresh Advani (University of Delaware), two internationally outstanding researchers have also been recruited for the project. Thus, from the mathematical fundamentals to software development for numerical simulation and process engineering applications, all the competencies are available to make even better use of machine learning in the context of simulation models for innovations with composite materials in the future.

2021

NOVEMBER

Innovation Day „Verbundwerkstoff trifft Nutzfahrzeug“

Innovation Day “Composite Meets Commercial Vehicle“

Zur Bekämpfung des Klimawandels werden auch für Nutzfahrzeuge neue Technologien erforderlich, um zukünftig ohne schädliche Emissionen operieren zu können. Verbundwerkstoffe bieten dafür ein großes Potential und ein breites Technologiespektrum. Das gilt besonders für die Themen Leichtbaudesign, Wasserstoff-Antriebssysteme und Multimaterialanwendungen, die die Hersteller von LKW, Bau- und Landmaschinen sowie Zulieferunternehmen am 25.11.2021 mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Technischen Universität Kaiserslautern und Wirtschaftsministerin Daniela Schmitt diskutierten. Eingeladen hatte dazu das größte deutsche Nutzfahrzeugcluster, die Commercial Vehicle Cluster GmbH, zusammen mit dem Unternehmensverband Composites United West, in das Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW).

To combat climate change, new technologies will also be required for commercial vehicles in order to be able to operate without harmful emissions in the future. Composite materials offer great potential and a broad technology spectrum for this. This applies in particular to the topics of lightweight design, hydrogen drive systems and multi-material applications, which manufacturers of trucks, construction and agricultural machinery as well as supplier companies discussed with scientists from the Technical University of Kaiserslautern and Economics Minister Daniela Schmitt on November 25, 2021. The largest German commercial vehicle cluster, Commercial Vehicle Cluster GmbH, together with the business association Composites United West, had invited to the Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW).

2021

DEZEMBER

Wunschweihnachtsbaum am IVW

Wish Christmas Tree at IVW

Auch in diesem Jahr gab es wieder einen Wunschweihnachtsbaum am IVW, mit dem Mitarbeitende die Wünsche von fast 100 Kindern der evangelischen Kinder- und Jugendhilfe Kaiserslautern erfüllten. Leider konnten die Kinder pandemiebedingt ihre Geschenke dieses Jahr nicht persönlich entgegennehmen. Leiterin Elke Lambert nahm daher die Präsente stellvertretend in Empfang.



This year we had another wish tree at IVW, with which employees fulfilled the wishes of almost 100 children of the Evangelische Kinder- und Jugendhilfe Kaiserslautern. Unfortunately, the children were unable to receive their gifts in person this year due to the pandemic. Director Elke Lambert therefore accepted the presents on behalf of the children.

Veröffentlichungen in Fachzeitschriften
Publications in Journals

T. Schmidt, D. May, M. Duhovic, A. Widera, M. Hümbert und P. Mitschang, „A combined experimental–numerical approach for permeability characterization of engineering textiles", Polymer Composites, Jg. 42, Nr. 7, S. 3363–3379, 2021, doi: 10.1002/pc.26064.

D. May und P. Mitschang, „Concept for Darcy-based viscosity measurement for fast-curing resin systems", Composites Communications, Jg. 27, S. 100881, 2021, doi: 10.1016/j.coco.2021.100881.

A. Gapeeva, J. Vogtmann, M. Gurka et al., „Electrochemical Surface Structuring for Strong SMA Wire-Polymer Interface Adhesion" (eng), ACS applied materials & interfaces, 2021, doi: 10.1021/acsami.1c00807.

E. Akpan, K. Friedrich, S. Jacob, E. Thines und B. Wetzel, „Reactive Layer Assembly Sustains an Interlocked Structure in Green Processed and Scalable High-Performance Layered Wood", ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2021, doi: 10.1021/acssuschemeng.1c03468.

F. Coccia , L. Gryshchuk, et al., „Chemically Functionalized Cellulose Nanocrystals as Reactive Filler in Bio-Based Polyurethane Foams" (eng), Polymers, Jg. 13, Nr. 15, 2021, doi: 10.3390/polym13152556.

D. May, C. Goergen und K. Friedrich, „Multifunctionality of polymer composites based on recycled carbon fibers: A review", Advanced Industrial and Engineering Polymer Research, Jg. 4, Nr. 2, S. 70–81, 2021, doi: 10.1016/j.aiepr.2021.01.001.

E. Akpan, B. Wetzel und K. Friedrich, „Eco-friendly and Sustainable Processing of Wood Based Materials", Green Chemistry, 2021, doi: 10.1039/D0GC04430J.*

A. Baumann und J. Hausmann, „Experimental Investigation of Instabilities on Different Scales in Compressive Fatigue Testing of Composites", Journal of Composite Science, Jg. 5, Nr. 4, S. 114, 2021, doi: 10.3390/jcs5040114.

K. Friedrich, E. I. Akpan und B. Wetzel, „On the tribological properties of extremely different wood materials", European Journal of Wood and Wood Products, 2021, doi: 10.1007/s00107-020-01654-2.

F. Piott, A. Krämer, A. Lück, L. Hoffmann, P. Mitschang und D. Drummer, „Increasing the performance of continuous compression moulding by local pressure adaption", Advanced Manufacturing: Polymer & Composites Science, S. 1–14, 2021, doi: 10.1080/20550340.2021.1888209.

J. Krummenacker und J. Hausmann, „Determination of Fatigue Damage Initiation in Short Fiber-Reinforced Thermoplastic through Acoustic Emission Analysis", Journal of Composite Science, Jg. 5, Nr. 8, S. 221, 2021, doi: 10.3390/jcs5080221.

J. Hausmann und S. Schmidt, „Thermal residual stresses in thermoplastic CFRP-steel laminates: Modification and influence on fatigue life", Journal of Micromechanics and Molecular Physics, Jg. 06, Nr. 03, S. 49–55, 2021, doi: 10.1142/S2424913021430050.

S. Mrzljak, S. Schmidt, A. Kohl, D. Hülsbusch, J. Hausmann und F. Walther, „Testing Procedure for Fatigue Characterization of Steel-CFRP Hybrid Laminate Considering Material Dependent Self-Heating", Materials, Jg. 14, Nr. 12, S. 3394, 2021, doi: 10.3390/ma14123394.

B. Montero, B. Bittmann-Hennes et al., „Preparation and characterization of bionanocomposite films based on wheat starch and reinforced with cellulose nanocrystals", Cellulose, 2021, doi: 10.1007/s10570-021-04017-z.

A. Yong , D. May, B. Willenbacher et al., „Out-of-plane permeability measurement for reinforcement textiles: A benchmark exercise", Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, Jg. 148, S. 106480, 2021, doi: 10.1016/j.compositesa.2021.106480.

P. A. Arrabiyeh, D. May, M. Eckrich und A. M. Dlugaj, „An overview on current manufacturing technologies: Processing continuous rovings impregnated with thermoset resin", Polymer Composites, 2021, doi: 10.1002/pc.26274.

S. E. Adler, B. E. Güttler, L. Bendler und K. Friedrich, „Evaluation of recycled carbon fibre/epoxy composites: Thermal degradation behaviour of pyrolysed and virgin carbon fibres using thermogravimetric analysis", Advanced Industrial and Engineering Polymer Research, Jg. 4, Nr. 2, S. 82–92, 2021, doi: 10.1016/j.aiepr.2021.03.003.

J.-A. Almazán-Lázaro, E. López-Alba, S. Schmeer und F.-A. Díaz-Garrido, „Enhanced Low-Velocity Impact Properties for Resin Film Infusion-Manufactured Composites by Flow-Control Approach“, Polymers, Jg. 13, Nr. 19, S. 3431, 2021, doi: 10.3390/polym13193431.

S. Becker, M. Michel, P. Mitschang und M. Duhovic, „Influence of polymer matrix on the induction heating behavior of CFRPC laminates“, Composites Part B: Engineering, S. 109561, 2021, doi: 10.1016/j.compositesb.2021.109561.

K. Mehl, S. Schmeer, N. Motsch-Eichmann, P. Bauer, I. Müller und J. Hausmann, „Structural Optimization of Locally Continuous Fiber-Reinforcements for Short Fiber-Reinforced Plastics“, Journal of Composites Science, Jg. 5, Nr. 5, S. 118, 2021, doi: 10.3390/jcs5050118.

J. Vogtmann, A. Klingler, T. Rief und M. Gurka, „3D X-ray Microscopy as a Tool for in Depth Analysis of the Interfacial Interaction between a Single Carbon Fiber and an Epoxy Matrix after Mechanical Loading“, Journal of Composite Science, Jg. 5, Nr. 5, S. 121, 2021, doi: 10.3390/jcs5050121.

T. Donhauser, A. Kenf, S. Schmeer und J. Hausmann, „Calculation of highly stressed components made of carbonfiber-reinforced polyamide-6“, Composite Structures, S. 114830, 2021, doi: 10.1016/j.compstruct.2021.114830.

A. Gebhard und B. C. Jim, „Photo-optical luminance analysis of transfer films: Measurement principle, data analysis and result plotting“, Tribology International, Jg. 153, S. 106626, 2021, doi: 10.1016/j.triboint.2020.106626.

N. Motsch-Eichmann, F. Rieger, T. Rief und J. Hausmann, „Experimental investigation of modified co-curing process for carbon fiber/epoxy-laminates“, Journal of Micromechanics and Molecular Physics, Nr. 03, S. 1–12, 2021, Art. no. 2143001, doi: 10.1142/S2424913021430013.

A. Gebhard und B. C. Jim, „Photo-optical luminance analysis of transfer films: Measurement principle, data analysis and result plotting“, Tribology International, Vol. 153, S. 106626, Vol. 153, 2021.

* nicht referierte Zeitschriften

** non peer-reviewed journals*

Fachkonferenzen
Specialized Conferences

S. Becker, S. Weidmann, J. Weber, J. Schlimbach und P. Mitschang, „Stoffschlüssige Fügeverfahren für FKV Leichtbaugerecht, effizient und flexibel", AVK AK „Fügen von Composites", Frankfurt/Main, 16. Feb. 2021.

M. Salmins, „Manufacturing of lightweight sandwich foam with optimized bending properties in a hot press process", Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2021, Bremen, 31. Aug.–2. Sept. 2021, DOI: 10.25967/550106".

D. May, E. Syerko, T. Schmidt, C. Binetruy, L. Silva, S. Lomov und S. Advani, „Benchmarking Virtual Permeability Predictions of Real Fibrous Microstructure", American Society for Composites 36th Technical Conference, online, 19.–23. Sept. 2021.

M. Salmins, „Manufacturing of lightweight sandwich foam with optimized bending properties in a hot press process", SAMPE Europe, Baden/Zürich, Schweiz, 29. Sept. 2021.

E. Syerko, C. Binetruy, T. Schmidt, D. May, L. Silva, S. Lomov und S. Advani, „ Benchmarking Virtual Permeability Predictions of Real Unidirectional Fibrous Microstructure", GeoDict User Meeting, online, 04.–08. Okt. 2021.

S. Cassola, M. Duhovic, L. Münch, D. Schommer, J. Weber, J. Schlimbach und J. Hausmann, „Forming and spring-back simulation of CF-PEEK tape preforms", In: Proceedings of the 13th European LS-DYNA® Users Conference, Ulm, 5. Okt. 2021.

T. Schmidt, „Modeling of the Microscopic and Mesoscopic Structure of Textiles for Numerical Permeability Determination", 1. IVW Multiscale Simulation Day, online, 19. Okt. 2021.

M. Duhovic, J. Lee, T. Allen und P. Kelly „Transverse Liquid Composite Moulding Processes for Advanced Composite Material Manufacturing", ICMAC 2021 – International Conference on Manufacturing of Advanced Composites, online, 20.–21. Okt. 2021.

J. E. Semar, P. Mitschang und D. May, „Evaluation of different bonding strategies for glass fiber reinforced epoxy resin with embedded elastomer layers", International Conference on Manufacturing of Advanced Composites (ICMAC), online, 20.–21. Okt. 2021.

P. Arrabiyeh, M. Eckrich, A. M. Dlugaj und D. May, „Additive manufacturing of composites using continuous rovings imoregnated with thermoset resin", ADDFABCOMP– Additive Fabrication of Composite n°2, online, 25.–26. Nov. 2021.

Promotionen
Doctorates

26.02.2021
Dipl.-Ing. Andreas Klingler
„Morphology and Fracture of Block Copolymer and Core-Shell Rubber Particle Modified Epoxies and their Carbon Fibre Reinforced Composites“

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. E. Kerscher, TU Kaiserslautern

Berichter:
Prof. Dr.-Ing. U. Breuer
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. K. Friedrich

23.07.2021
Vitalij Popow, M.Sc.
„Quantifizierung von Defekten in endlosfaserverstärkten Kunststoffen mit Hilfe der Amplituden- und Phaseninformation im Rahmen der aktiven und passiven Thermografie“

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. T. Beck, TU Kaiserslautern

Berichter:
Prof. Dr.-Ing. J. Seewig, TU Kaiserslautern
Prof. Dr.-Ing. U. Breuer

04.10.21
Kerstin Steidle, M.Sc.
„Bewertungsmethode von Füllstoffen für elektromagnetische Anwendungen in thermoplatischen Verbundwerkstoffen“

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. J. Hausmann

Berichter:
Prof. Dr.-Ing. T. Beck, TU Kaiserslautern
Prof. Dr.-Ing. U. Breuer

Gastwissenschaftler
Guest Scientists

Prof. Dr. Dr. h.c. Jan Kristian Krüger
Universität des Saarlandes, Deutschland
seit 01. Oktober 2019
(gefördert durch die Universität des Saarlandes)

Yifan Deng
University of Pittsburgh, USA
23.08.2021–29.10.2021
(DAAD Rise Professional)

Interne Kolloquien
Internal Colloquia

P. Arrabiyeh, „Topologieoptimierte und ressourceneffiziente Composites für Mobilität und Transport“, 11. Jan. 2021.

M. Salmins, „Herstellung von integralen Sandwichstrukturen aus thermoplastischen Schäumen“, 11. Jan. 2021.

M. Eckrich, „Entwicklung einer topologieoptimierten Bauweise für ein neuartiges Faserablageverfahren“, 1. Feb. 2021.

D. Schommer, „C-SMC Surface Fiber Orientation by Polarisation Camera Internes Kolloquium“, 2. März 2021.

T. Schmidt, „Modellierung technischer Textilien zur simulativen Permeabilitätsermittlung“, Kaiserslautern, 12. Apr. 2021.

E. Akpan, „Hochleistung Struktur- und Multi-Funktion-Werkstoffe aus Holz (high performance structural and multi-functional materials from wood)“, 3. Mai 2021.

M. Gilberg, „NanUVation : Entwicklung schrumpfarmer und UV härtender Hausanschluss Inliner“, 3. Mai 2021.

S. Adler, „Carbon Fibre Cycle (CFC): Chancen und Risiken von Kohlenstofffasern in der Kreislaufwirtschaft“, 7. Juni 2021.

A. Faas, „Thermoplast Composites auf Basis pulver-imprägnierter Fasertapes“, 7. Juni 2021.

J. Rehra, „Description of the material behavior of metal fiber hybrid composites“. Kaiserslautern, 5. Juli 2021.

S. Schmidt, „Auslegung von Kunststoffzahnrädern“, 5. Juli 2021.

U. Blass, „ThermoStrut – Entwicklung eines digitalisierten Prozesses zur Herstellung neuartiger funktionsintegrierter thermoplastische Luftfahrt-Struts“, 6. Sep. 2021.

L. Gryshchuk, „Functional tiny capsules for skin care products“, 6. Sep. 2021.

J. Janzen, „MarineCare – Sustainable boats and water sports equipment“, 4. Okt. 2021.

H. Yagdjian, „Quantitative Thermografie“, 4. Okt. 2021.

S. Cassola, „Forming and spring-back simulation of CF-PEEK tape preforms“, 8. Nov. 2021.

M. Gurka, „Analyse von bibliometrischen Daten zur zielgerichteten Forschungsplanung“, 8. Nov. 2021.

T. Donhauser, „Projekt: Schnellkonditionierung von Kunststoffen“, 6. Dez. 2021.

Internationale Kooperationen
International Cooperations

- University of Sydney, Center of Advanced Materials Technology, Australien
- Katholieke Universiteit Leuven, Belgien
- Royal Military Academy, Brüssel, Belgien
- Technisch en Wetenschappelijk Centrum voor de Belgische Textielnijverheid, Zwijnaarde, Belgien
- UCL, Université Catholique de Louvain, Ottignies-Louvain-la-Neuve, Belgien
- FAPESP, Sao Paulo, Brasilien
- Universidade de São Paulo, Brasilien
- Chinese University of Hong Kong, China
- Donghua University, Shanghai, China
- Hong Kong University of Science and Technology, China
- Lanzhou Institute of Chemical Physics (LICP), Chinese Academy of Sciences, China
- Materials Science Institute, Sun Yat-sen University, Guangzhou, China
- National Center for Nanoscience and Technology, Beijing, China
- Zhongshan University, Guangzhou, China
- Technical University of Denmark, RISO DTU, Roskilde, Dänemark
- Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Espoo, Finnland
- University of Technology, Helsinki, Finnland
- Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Frankreich
- CPPM – Centre de Physique des Particules de Marseille, Frankreich
- École Centrale de Nantes, Frankreich
- Ecole Nationale Superieure des Arts et Industries Textiles, Roubaix, Frankreich
- Institut Nationale des Sciences Appliquées de Lyon (INSA), Frankreich
- Institut Nationale des Sciences Appliquées de Rouen (INSA), Frankreich
- LAPP – Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de Physique des Particules, Frankreich
- SLCA – Société Lorraine de Construction Aeronautique, Florange, Frankreich
- Université Montpellier 2, Frankreich
- Université de Technologie de Troyes, Frankreich
- National Technical University of Athens, Griechenland
- University of the Aegean, Chios, Griechenland
- University of Patras, Rio Achaia, Griechenland
- CAM – The Chancellor, Masters and Scholars of the University Cambridge, Großbritannien
- College of Science Technology and Medicine, London, Großbritannien
- National Physical Laboratory, Teddington, Großbritannien
- QMUL – Queen Mary and Westfield College, University of London, Großbritannien
- University of Bristol, Großbritannien
- University of Glasgow, Großbritannien
- University of Sheffield, Großbritannien
- Central Leather Research Institute, Chennai, Indien
- Indian Institute of Technology, Centre for Industrial Tribology, Delhi, Indien
- Indian Institute of Technology Madras, Chennai, Indien
- Vel Tech Technical University, Chennai, Indien
- CTL, Composite Testing Lab Ltd., Galway, Irland
- NUI, National University of Ireland, Galway, Irland
- Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, Israel
- Centro Ricerche Fiat S.c.p.A., Turin, Italien
- Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Rom, Italien
- INFN – Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Rom, Italien
- Polytechnic of Milano, Italien
- University of Naples Federico II, Neapel, Italien
- University of Padova, Department of Management and Engineering, Vicenza, Italien
- University of Salento, Lecce, Italien
- Kyoto Institute of Technology, Japan
- Kyoto University, Department of Mechanical Engineering and Science, Japan
- Shonan Institute of Technology, Fujisawa, Japan
- Aerospace Manufacturing Technology Center, Montreal, Kanada

Internationale Kooperationen
International Cooperations

- Ecole Polytechnique at University of Montreal, Kanada
- McGill University, Montreal, Kanada
- Korea Dyeing & Finishing Technology Institute, Seo-gu, Daegu, Korea
- Seoul National University, Korea
- Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST), Korea
- University of Split, Kroatien
- Latvijas Valsts Koksnes Kimijas Instituts, Riga, Lettland
- Universität Luxembourg, Luxemburg
- School of Materials and Mineral Resources Engineering, Penang, Malaysia
- The University of Auckland, Neuseeland
- Delft University of Technology, Niederlande
- Montanuniversität Leoben, Österreich
- CENTI – Centro De Nanotecnologia e Materiais Tecnicos Funcionaise e Inteligentes, Vila Nova de Famalicao, Portugal
- Citeve, Vila Nova de Famalicão, Portugal
- INEGI, Instituto de Engenharia Mecanica e Gestao Industrial, Matosinhos, Portugal
- Universidade do Minho, Portugal
- Institute of Strength Physics and Materials Science (ISPMS), Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russland
- University of Edinburgh, Schottland
- Lulea University of Technology (LTU), Department of Engineering Sciences and Mathematics, Schweden
- SWEREA SICOMP AB (Swedish Institute of Composites), Pitea, Schweden
- CERN, Genf, Schweiz
- Ècole Polytechnique Federal de Lausanne, Schweiz
- ETH Zürich, Schweiz
- Fachhochschule Aargau, Schweiz
- University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland, Windisch, Schweiz
- Nanyang Technological University (NTU), Singapur
- University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering, Slowenien
- AIMPLAS Instituto Technologico del Plastico, Valencia, Spanien
- Centro tecnológico LUREDERRA, Los Arcos, Spanien
- Cidetec (Research Alliance), San Sebastian, Spanien
- Escuela Politécnica Superior, Universidad de Jaén, Spanien
- FIDAMC – Fundacion para la Investigacion, Desarrollo y Aplicacion de Materiales Compuestos, Madrid, Spanien
- Fundació Ascamm Technology Centre, Cerdanyola del Vallès, Spanien
- Fundación CIDAUT, Valladolid, Spanien
- Fundación IMDEA Materials, Madrid, Spanien
- TECNALIA Research and Innovation, Derio-Bizkaia, Spanien
- Universidad de Alicante, Sant Vicent del Raspeig, Spanien
- Universidad de Barcelona, Spanien
- Universidade da Coruña, Spanien
- Universidad de Jaén, Spanien
- Universidad de Murcia, Spanien
- Universidad de Oviedo, Spanien
- Universidad de Sevilla, Spanien
- Universidad de Valencia, Spanien
- Universidad de Valladolid, Spanien
- Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Terrassa, Spanien
- KMUTNB – King Mongkut´s University of Technology North Bangkok, Thailand
- The Sirindhorn International Thai German Graduate School of Engineering (TGGS), Bangkok, Thailand
- KhAI – National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Ukraine
- Center for Composite Materials, University of Delaware, Newark, USA
- Pennsylvania State University, State College, USA
- University of Delaware (USA)
- University of Washington (USA)
- USC University of Southern California, Los Angeles, USA

Fachgremien / Begutachtungen
Expert Panels / Reviews

- Advanced Materials Engineering (AME) Landesforschungsschwerpunkt
- AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
- Alexander von Humboldt-Stiftung
- Arbeitskreis „endlosfaserverstärkte Thermoplaste“ der AVK e.V.
- Bayerische Forschungsstiftung
- Beirat des DIN Normenausschusses „Kunststoffe“
- BMWi Expertengruppe Elektropower
- Bundesministerium für Bildung und Forschung, Projektträger Jülich
- Composites United e.V. – Arbeitsgruppen
  - Biocomposites
  - Smart Structures
  - Thermoplastische Composites
  - Bearbeitung
- CU West, Vorstand
- CVC Rheinland-Pfalz
- DAAD Deutscher Akademischer Austauschdienst
- DGLR – Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V.
- DGM e.V. – Fachausschuss „Hybride Werkstoffe und Strukturen“
- Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V.
  – Fachausschuss „Faserkunststoffverbunde“
  – Fachausschuss „Zustandsüberwachung“
  – Fachausschuss „Structural Health Monitoring“
  – Fachausschuss „Akustische Emission“
- DIN-Fachbereich 2 „Duroplast- und Thermoplast-Formmassen“
- DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- DLRK – Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress
- DFG Normalverfahren
- DFG Sonderforschungsbereich Begutachtung
- DIN Normenausschuss, NA 054-02-02 AA „Verstärkte Kunststoffe und härtbare Harze“
- DIN Normenausschuss, NA131-02-01 AA „Verbundwerkstoffe – Luft und Raumfahrt“
- Dutch Research Council NWO
- European Society for Composite Materials
- European Structural Integrity Society (ESIS) – Technical Committee 4 (TC4) Polymers, Polymer Composites and Adhesives
- Fraunhofer Leistungszentrum Simulations- und Software-basierte Innovation, Kaiserslautern, Executive Board
- FVA – Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. PA Kunststoffe
- Gemeinschaftsausschuss Verbundwerkstoffe (GAV)
- Industrieausschuss Strukturberechnungsunterlagen (IASB) des Luftfahrttechnischen Handbuchs (LTH)
- ISO – Mitglied der deutschen Delegation zu ISO Technical Committee „Plastics“ TC61/SC13 „Composites and reinforced fibers“
- ISO Standardization Project (with David May) – Working Group 5 Leader: Process Simulation
- Kompetenznetz Adaptronik e.V.
- Kunststoffe in der Pfalz
- Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO)
- Östereichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG
- Stiftung Industrieforschung
- RCI – The renewable carbon initiative
- VDI Richtlinienausschuss 2014
- VDMA Arbeitsgemeinschaft Hybride Leichtbau Technologien
- VDI/VDE-GMA Fachausschuss „Smart Materials and Systems“

Jahresbericht 2021

© Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern
Tel: +49 631 2017-0
www.ivw.uni-kl.de

2021