Institut für Verbundwerkstoffe

Jahresbericht 2018 | Annual Report 2018



Photo Uwe Schmitt: Miniature torsion spring for a resonant scanner made of carbon fiber reinforced plastic

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Kaiserslautern

Impressum
Herausgeber: Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW)
Redaktion: Regina Köhne, 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
Fax: +49 (0)631 2017 -199
Internet: www.ivw.uni-kl.de
© IVW

INHALT
CONTENT

Auf einen Blick / *At a Glance*	5
Ansprechpartner / *Contacts*	7
Mission & Branchen / *Mission & Sectors*	8
Kompetenzfelder / *Fields of Competence*	10
Technologien / *Technologies*	34
Projekte / *Projects*	36
Personal / *Staff*	132
Technologietransferteam / *Technology Transfer Team*	138
CC West	140
Innovationszentrum Thermoplaste / *Innovation Center Thermoplastics*	142
Industriekooperationen / *Industrial Cooperations*	144
Mitgliedschaften in Vereinen und Verbänden / *Memberships in Associations and Federations*	146
Ausgründungen / *Spin-offs*	148
Weltweites Netzwerk / *Global Network*	158
Internationaler Wissenschaftlicher Austausch / *International Scientific Exchange*	160
Kooperation mit der TU Kaiserslautern / *Cooperation – TU Kaiserslautern*	162
Lehre / *Teaching*	164
Schutzrechte / *Patents*	166
Messen / *Trade Fairs*	168
Rückblick / *Review*	170

ANLAGE
ANNEX

Veröffentlichungen / *Publications*	176
Poster	181
Interne Kolloquien / *Internal Colloquia*	182
Promotionen / *Doctorates*	183
Gastwissenschaftler / *Guest Scientists*	183
Internationale Kooperationen / *International Cooperations*	184
Fachgremien / Begutachtungen / *Expert Panels / Reviews*	186
Telefonliste / *Telephone Directory*	187

VORWORT



Das Jahr 2018 begann für uns mit einem eindrucksvollen Festakt: Durch den Wissenschaftsminister des Landes Rheinland-Pfalz, Herrn Professor Wolf, wurde uns am 18. Januar ein Förderbescheid in Höhe von rund 10 Millionen Euro überreicht. Im EFRE Projekt „Technologiezentrum Thermoplastische Composites" investieren wir 2018 und 2019 in neue Anlagen- und Gerätetechnik. Damit werden wir unsere Schwerpunkte im Bereich der faserverstärkten Thermoplaste konsequent weiter ausbauen. Gemeinsam mit unseren Partnern am Technologiestandort Kaiserslautern arbeiten wir an nachhaltigen Faserverbundwerkstoffen, die, für zukünftige Produkte, ganz ohne Produktionsabfälle wirtschaftlich und mit geringem Energieaufwand in sehr kurzen Zykluszeiten zu Bauteilen verarbeitet werden können. Und die außerdem wiederaufschmelzbar, umformbar, schweißbar sowie besonders einfach werkstofflich wiederverwendbar sind. Bei der Übergabe des Förderbescheides sagte Minister Wolf: „Der Aufbau dieses Technologiezentrums ist ein wichtiger Schritt. Aus der Verbindung von Grundlagen- und angewandter Forschung erwachsen neue Ideen und Kompetenzen, die für Beschäftigung und Standortsicherung wichtig sind." Einen Vorgeschmack auf die großartigen Möglichkeiten thermoplastischer Faserverbundwerkstoffe erhielt die Öffentlichkeit auf der Internationalen Luft- und Raumfahrt Ausstellung ILA in Berlin vom 25.–29. April 2018. Im Auftrag von Premium Aerotec haben wir in Kaiserslautern gemeinsam mit dem DLR-Zentrum für Leichtbau- und Produktionstechnologie das erste thermoplastische Druckschott für den Airbus A320 hergestellt. In mehreren Projekten des Luftfahrtforschungsprogramms LuFo der Bundesregierung arbeiten wir parallel an fortschrittlichen Strukturbauteilen sowohl für die Flugzeugzelle als auch für die Innenausstattung (S. 70, S. 106, S. 120, S. 130). Auch im Automobilbereich sind neue technische Lösungen sehr gefragt (S. 40, S. 64, S. 102, S. 128) und Materialien aus natürlichen Ressourcen spielen eine bedeutende Rolle (S. 112, „ReInvent"). In einem weiteren wichtigen Feld, der Medizintechnik, entwickeln wir gemeinsam mit Partnern neue Spinalimplantate, die äußerst biokompatibel, leicht und röntgentransparent sind (S. 78). Hochleistungsthermoplaste können darüber hinaus auch für tribologische Funktionen eingesetzt werden, um Reibung und Verschleiß zu mindern (S. 108). Im EU-Projekt AIRPOXY befassen wir uns mit Vitrimeren, von denen wir einerseits die von Duromeren bekannten hervorragenden strukturmechanischen Eigenschaften erwarten, andererseits die von Thermoplasten bekannte gute Umformbarkeit und Schweißbarkeit (S. 38). Schließlich sind wir auch beim werkstofflichen Recycling weiter hochaktiv. Im Forschungsprojekt rCF-Mobil (S. 110) kümmern wir uns um fortschrittliche Prozesse zur Wiederverwertung hochwertiger Carbonfasern.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre!

Herzlichst Ihr
Ulf Breuer



FOREWORD



2018 started with an impressive ceremony for us. On January 18th, the Minister of Science of the state of Rhineland-Palatinate, Professor Wolf, presented us with a grant of about 10 million euros. Within the ERDF project "Technology Center Thermoplastic Composites" we are investing in new plant and equipment technology in the years 2018 and 2019. This will enable us to consistently expand our focus in the area of fiber-reinforced thermoplastics. Together with our partners at the technology site Kaiserslautern, we are working on sustainable fiber-reinforced composites for future products. These composites shall be able to be processed economically into components in very short cycle times without any production waste and with low energy consumption. In addition, they will be remeltable, formable, weldable, and particularly easy to reuse as materials. At the presentation of the grant Minister Wolf said: "The establishment of this technology center is an important step. The combination of basic and applied research gives rise to new ideas and skills that are important for employment and securing the future of the location." At the International Aerospace Exhibition ILA in Berlin from April 25th to 29th, 2018, the public was given a foretaste of the great possibilities offered by thermoplastic fiber-reinforced composites. On behalf of Premium Aerotec we produced in Kaiserslautern the first thermoplastic pressure bulkhead for the Airbus A320 together with the DLR Center for Lightweight Construction and Production Technology. In several projects of the German government's aviation research program LuFo we are working in parallel on advanced structural components for both the airframe and the interior (p. 71, p. 107, p. 121, p. 131). New technical solutions are also in great demand in the automotive sector (p. 41, p. 65, p. 103, p. 129), and materials based on natural resources play a significant role ("ReInvent", p. 113). Another important field is medical technology. Together with partners we are developing new spinal implants that are extremely biocompatible, lightweight, and x-ray transparent (p. 79). High-performance thermoplastics can also be used for tribological functions to reduce friction and wear (p. 109). In the EU project AIRPOXY we are dealing with vitrimers of which we expect the excellent structural mechanical properties known from duromers on the one hand and the good formability and weldability known from thermoplastics on the other hand (p. 39). Finally, we continue to be highly active in material recycling. In the rCF-Mobil research project (p. 111) we are working on advanced processes for the recycling of high-quality carbon fibers.

I hope you will enjoy reading!

Sincerely yours



Die Institut für Verbundwerkstoffe GmbH auf einen Blick

The Institute for Composite Materials GmbH at a Glance

2018

Gesamthaushalt [Mio. €] / *Overall budget [m€]*	11,0
Eingeworbene Projektmittel [Mio. €] / *Acquired project funding [m€]*	7,8
Investitionen [Mio. €] / *Investments [m€]*	1,2
Projekte / *Projects*	203
Veröffentlichungen, Vorträge, Poster / *Publications, talks, posters*	106
Vorlesungen, Labore / *Lectures, laboratories*	
SS [SWh] / *Summer term*	19
WS [SWh] / *Winter term*	17
Promotionen / *Doctorates*	2
Personal / *Staff*	
Stammpersonal* / *Permanent staff**	64
Wissenschaftliches Personal* / *Scientific staff**	45
Gastwissenschaftler / *Guest scientists*	4
Wissenschaftliche Hilfskräfte / *Student assistants*	42

* VZÄ / *FTE*

ANSPRECHPARTNER



Managing Director

Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer
+49 (0)631 2017 -101
ulf.breuer@ivw.uni-kl.de

Assistant
Ariane McCauley
+49 (0)631 2017 -102
ariane.mccauley@ivw.uni-kl.de

Director of Finance

Commercial & Technical Services
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Uwe Schmidt
+49 (0)631 2017 -308
uwe.schmidt@ivw.uni-kl.de

Technology Transfer Team

Manager
Dr.-Ing. Robert Lahr
+49 (0)631 2017 -448
robert.lahr@ivw.uni-kl.de

Secretary
Regina Köhne
+49 (0)631 2017 -429
regina.koehne@ivw.uni-kl.de

Finances

Head of Accounting
Christa Hellwig
+49 (0)631 2017 -114
christa.hellwig@ivw.uni-kl.de

Head of Purchasing
Dr.-Ing. Jörg Blaurock
+49 (0)631 2017 -426
joerg.blaurock@ivw.uni-kl.de

Materials Science

Research Director
Dr.-Ing. Bernd Wetzel
+49 (0)631 2017 -119
bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de

Secretary
Karin Panter
+49 (0)631 2017 -302
karin.panter@ivw.uni-kl.de

Tribology
Dipl.-Chem. Andreas Gebhard
+49 (0)631 2017 -342
andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de

Tailored & Smart Composites
Dr. rer. nat. Martin Gurka
+49 (0)631 2017 -369
martin.gurka@ivw.uni-kl.de

Tailored Thermosets & Biomaterials
Dr.-Ing. Bernd Wetzel
+49 (0)631 2017 -119
bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de

Material Analytics
Dr. Barbara Güttler
+49 (0)631 2017 -462
barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

Component Development

Research Director
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hausmann
+49 (0)631 2017 -301
joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de

Secretary
Regina Köhne
+49 (0)631 2017 -429
regina.koehne@ivw.uni-kl.de

Design of Composite Structures
Dr.-Ing. Nicole Motsch
+49 (0)631 2017 -423
nicole.motsch@ivw.uni-kl.de

Process Simulation
Dr. Miro Duhovic
+49 (0)631 2017 -363
miro.duhovic@ivw.uni-kl.de

Crash & Energy Absorption
Dr.-Ing. Sebastian Schmeer
+49 (0)631 2017 -322
sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de

Fatigue & Life Time Prediction
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hausmann
+49 (0)631 2017 -301
joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de

Manufacturing Science

Research Director
Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang
+49 (0)631 2017 -103
peter.mitschang@ivw.uni-kl.de

Secretary
Andrea Hauck
+49 (0)631 2017 -314
andrea.hauck@ivw.uni-kl.de

Impregnation & Preform Technologies
Dr.-Ing. David May
+49 (0)631 31607-34
david.may@ivw.uni-kl.de

Press & Joining Technologies
Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang
+49 (0)631 2017 -103
peter.mitschang@ivw.uni-kl.de

Roving & Tape Processing
Cost Analysis
Dr.-Ing. Jens Schlimbach
+49 (0)631 2017 -312
jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de

Auftrag & Anwendungen für Verbundwerkstoffe

Das Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung. Es entwickelt neue Anwendungen für Verbundwerkstoffe in zahlreichen Joint Ventures mit Industriekunden und in öffentlich geförderten Forschungsprogrammen. Neue Werkstoffe, weiterentwickelte Bauweisen und Fertigungsprozesse werden untersucht und – nach der Erarbeitung des nötigen Grundlagenverständnisses – für die jeweiligen Produktanforderungen maßgeschneidert (Auftragsforschung). Daneben sind neue Ideen und intern erstellte Konzepte Bestandteil von Forschung und Weiterentwicklung (intrinsische Forschung). Das in der Forschung und Entwicklung erworbene Wissen wird transferiert: in die Anwendung, in die Lehre und in Ausgründungen.



Automotive | Aeronautics | Engineering | Astronautics | Sports and Recreation | Construction Industry | Energy | Military and Security | Medical Engineering | Ship Building | Electrical Industry | Chemical Industry | IT | Other

Task & Applications for Composite Materials

The Institute for Composite Materials (IVW) is a non-profit organization. It develops new composite applications in various joint ventures with industrial customers and within funded research programs. New materials, advanced composite design schemes, and manufacturing processes are investigated and – once the necessary fundamentals are understood – engineered for applications and tailored to meet individual product requirements (mission oriented research). Besides this, new ideas and concepts internally generated are constituent elements of the research work and advanced developments (intrinsic research). The knowledge gained through R&D is transferred: into industrial applications, the education of engineers, and into new spin-off companies.



Automotive | Aeronautics | Engineering | Astronautics | Sports and Recreation | Construction Industry | Energy | Military and Security | Medical Engineering | Ship Building | Electrical Industry | Chemical Industry | IT | Other

KOMPETENZFELDER

Übersicht



Tailored & Smart Composites	12
Tailored Thermosets & Biomaterials	14
Tribologie	16
Werkstoffanalytik	18
Bauweisen	20
Prozesssimulation	22
Crash & Energieabsorption (Modellierung, Simulation und Prüfung)	24
Ermüdung & Lebensdaueranalyse	26
Press- & Fügetechnologien	28
Roving- & Tapeverarbeitung	30
Imprägnier- & Preformtechnologien	32

Overview



Tailored & Smart Composites	13
Tailored Thermosets & Biomaterials	15
Tribology	17
Material Analytics	19
Design of Composite Structures	21
Process Simulation	23
Crash & Energy Absorption (Modeling, Simulation and Testing)	25
Fatique & Life Time Prediction	27
Press & Joining Technologies	29
Roving & Tape Processing	31
Impregnation & Preform Technologies	33

Tailored & Smart Composites

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Fahrzeugbau	Klappen, Mechanismen, Stellelemente
Luftfahrt	Vibrationskontrolle, Schallschutz
Maschinen- und Anlagenbau	Klemmen an Maschinenelementen
Energietechnik	Zustandsüberwachung
Medizintechnik	Stellelemente, Orthesen

Typische Werkstoffe

Faserverbundwerkstoffe: GFK, CFK, lang- und kurzfaserverstärkt, thermoplastisch, duromer
Piezokeramiken
Formgedächtnislegierungen
Polymere als aktive Elemente



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.

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

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 (0)631 2017 -369 | martin.gurka@ivw.uni-kl.de

Tailored & Smart Composites

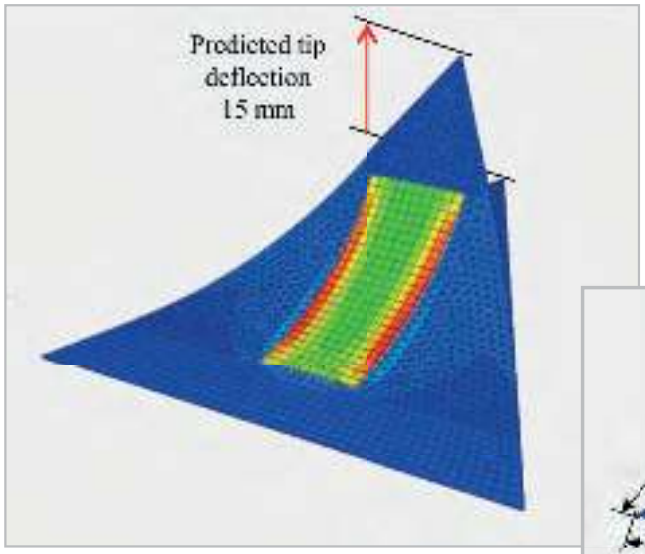
From multifunctional material to system – composite materials allow a variety of functional properties to be combined with optimum structural performance. This makes them a key element of mechatronics and adaptronics, a rapidly advancing field of research today. The main challenge is to master the complex 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 adjust adaptively 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.

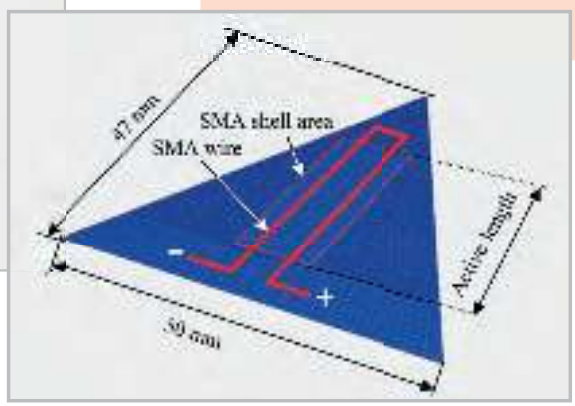
Economic sectors	Applications (examples)
Automotive	Flaps, mechanisms, positioners
Aerospace	Vibration and noise control
Engineering and systems engineering	Machine element fasteners
Energy	Structural monitoring
Medical engineering	Orthoses, integrated actuators

TYPICAL QUESTIONS

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

- *the efficient 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*





Typical materials

Fiber reinforced composites: GFRP, CFRP, long and short fiber reinforced, thermoplastic, thermoset
Piezo ceramics
Shape memory alloys
Polymers as actuators

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 (0)631 2017 -369 | martin.gurka@ivw.uni-kl.de

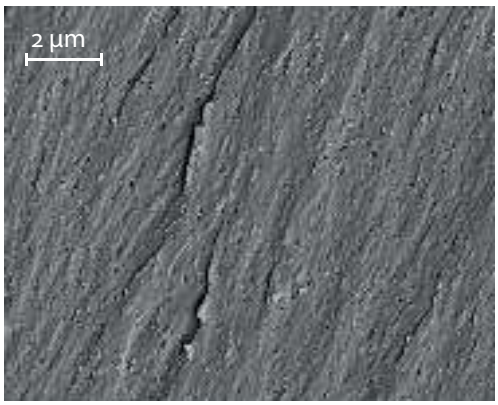
Tailored Thermosets & Biomaterials

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Fahrzeugbau	Beschichtungen auf Motorkolben und Gleitlagern
Luftfahrt	Korrosionsschutz
Maschinen- und Anlagenbau	Walzenbezüge Gleitlager
Energietechnik	Barriereeigenschaften
Bauwesen	Kanalsanierung Modifikation von Naturfasern

Das Kompetenzfeld Tailored Thermosets & Biomaterials entwickelt Verbundwerkstoffe mit funktionellen Eigenschaften auf Basis von duroplastischen Polymeren, Biopolymeren, Hybridsystemen und Nanokompositen. Wir setzen biobasierte, umweltverträgliche Ressourcen überall dort ein, wo es technisch, ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist. Ziel ist die Anpassung und Verbesserung von Werkstoffeigenschaften und die Integration mehrerer Funktionen in einem einzigen Werkstoff. Anforderungen sind z.B. hoher Modul und Festigkeit bei exzellenter Schadenstoleranz, Flammresistenz, elektrische Leitfähigkeit, Wärme-/Lärm-/Korrosionsschutz, Barriere-Wirkung, niedriger Verschleiß und „eingebaute" Schmierwirkung und Recyclingfähigkeit. Wir erarbeiten Lösungen, um umweltschädliche Lösungsmittel in Polymeren durch umweltverträgliche zu ersetzen. Die entwickelten Werkstoffe werden z.B. als Komposite, Schäume, Bulk-Harze und Beschichtungen eingesetzt. Wir nutzen auch die Nanotechnologie zur Verstärkung von Polymeren u.a. mit eigens am IVW synthetisierten oder kommerziell erhältlichen Nanopartikeln. Um den Aufwand der Dispergierung zu umgehen und die Prozesskosten zu reduzieren, setzen wir neuartige Polymere ein, welche durch Selbstorganisation während des Herstellungsprozesses Mikro- und Nanostrukturen bilden und dadurch zu Eigenschaftsverbesserungen führen.







Typische Werkstoffe

Duroplaste, Thermoplaste, Elastomere, biobasierte Polymere, keramische und organische Mikro- und Nanopartikel, CNT, Graphen, Fasern, selbstorganisierende Nanoteilchen

TYPISCHE FRAGEN:

- Wie kann man die Eigenschaften und die Verarbeitbarkeit eines Duroplasten verbessern, ohne die Kosten zu erhöhen?
- Welche Duroplaste sind resistent gegen starke 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
- Synthese von Nanopartikeln und Kern-Schale-Partikeln

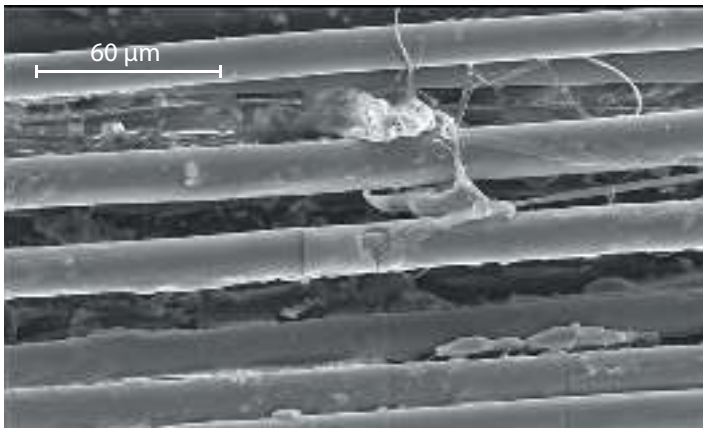


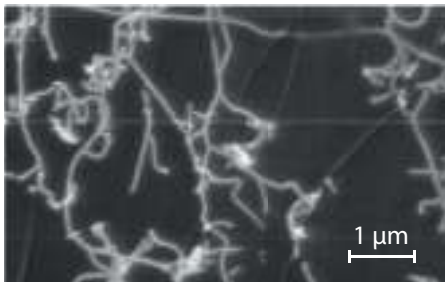
Dr.-Ing. Bernd Wetzel | ✆+49 (0)631 2017 -119 | bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de

Tailored Thermosets & Biomaterials

The competence field Tailored Thermosets & Biomaterials performs research and development on composite materials with functional properties based on thermosetting polymers, bio-polymers, hybrid systems, and nanocomposites. We make use of bio-based, sustainable resources wherever it is technically, economically and ecologically reasonable. Targets are the continuous adaption and improvement of materials and the integration of multiple functionalities within one specifically customized composite. Requirements are e.g. high modulus, strength and excellent damage tolerance, flame resistance, electrical conductivity, heat/sound/corrosion protection, barrier effect, low wear, intrinsic lubrication, and recyclability. We work on solutions to replace toxic polymer solvents by non-toxic versions. New materials are applied e.g. as composites, foams, bulk resins, and coatings. We apply nanotechnology to reinforce polymers by in-house synthesized or commercially available nanoparticles. In order to avoid dispersion efforts and reduce processing costs, we apply innovative polymers which generate micro and nanostructures in-situ during the manufacturing process, thereby creating improved material properties.

Economic sectors	Applications (examples)
Automotive	Coatings on piston skirts and slide bearings
Aerospace	Corrosion protection
Engineering and systems engineering	Roller covers Slide bearings
Energy	Barrier coatings
Construction	Pipe and sewer renovation Modification of natural fibers





Typical materials

Thermosets, thermoplastics, elastomers, bio-based polymers, ceramic and organic micro and nanoparticles, CNT, graphene, fibers, self-organizing nanoparticles

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*
- *Synthesis of nanoparticles and core-shell particles*



Dr.-Ing. Bernd Wetzel | ✆ +49 (0)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

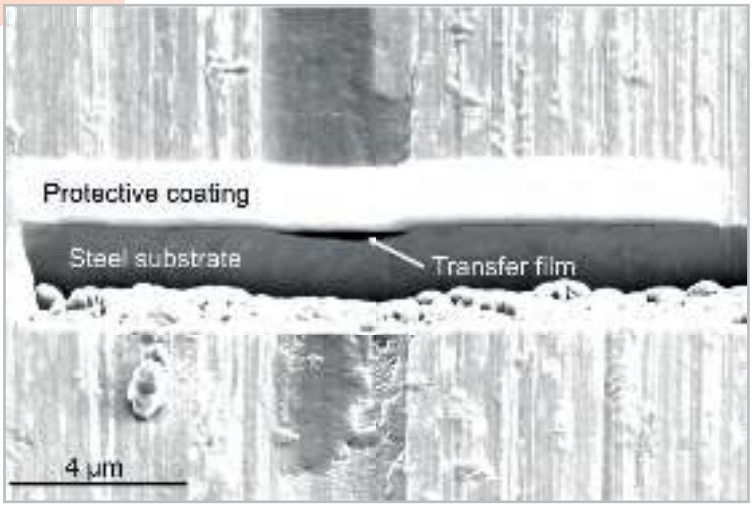
Im Forschungsbereich Tribologie erforschen und entwickeln wir Verbundwerkstoffe, Prüftechnologien und -methoden, die individuell zum Einsatzfeld passen. Grundlage dazu ist die Analyse der jeweiligen technischen Anwendung und Gestaltung der Aufgabenstellung gemeinsam mit unseren Partnern. Problemlösungen 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 kann man Transferfilme vollflächig und zeitaufgelöst beobachten und quantifizieren?
- Welche Werkstoffe bilden einen zeitlich, thermisch und mechanisch stabilen Transferfilm?
- Welche tribologischen Funktionsschichten können auch bei Temperaturen über 300 °C eingesetzt werden?

Spezielle Leistungsmerkmale:

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

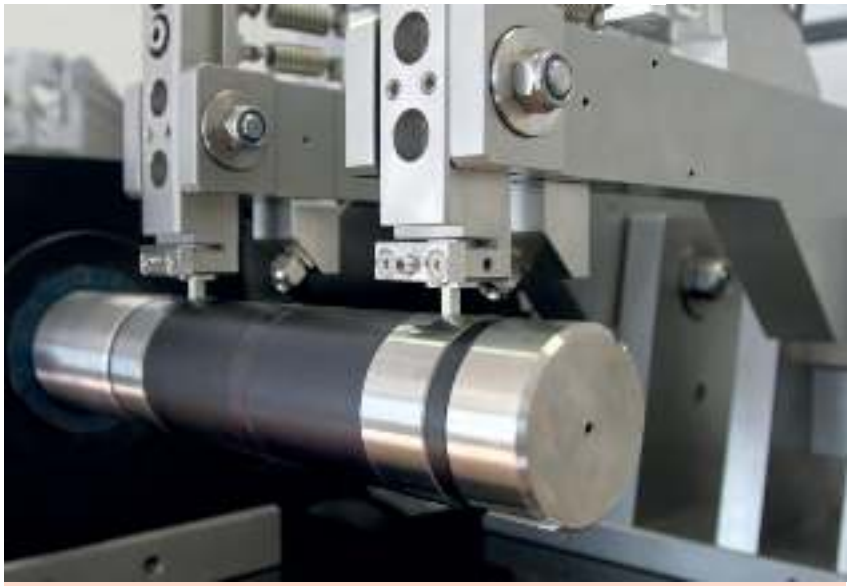


KONTAKT
Dipl.-Chem. Andreas Gebhard | ✆+49 (0)631 2017 -342 | andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de

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 field of 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 can transfer films be observed and quantified in a laterally extensive and time-resolved manner?*
- *Which materials form a temporally, thermally and mechanically stable transfer film?*
- *Which anti-friction coatings can also be used at temperatures above 300°C?*

Special expertise:

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



Dipl.-Chem. Andreas Gebhard | ✆+49 (0)631 2017 -342 | andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de

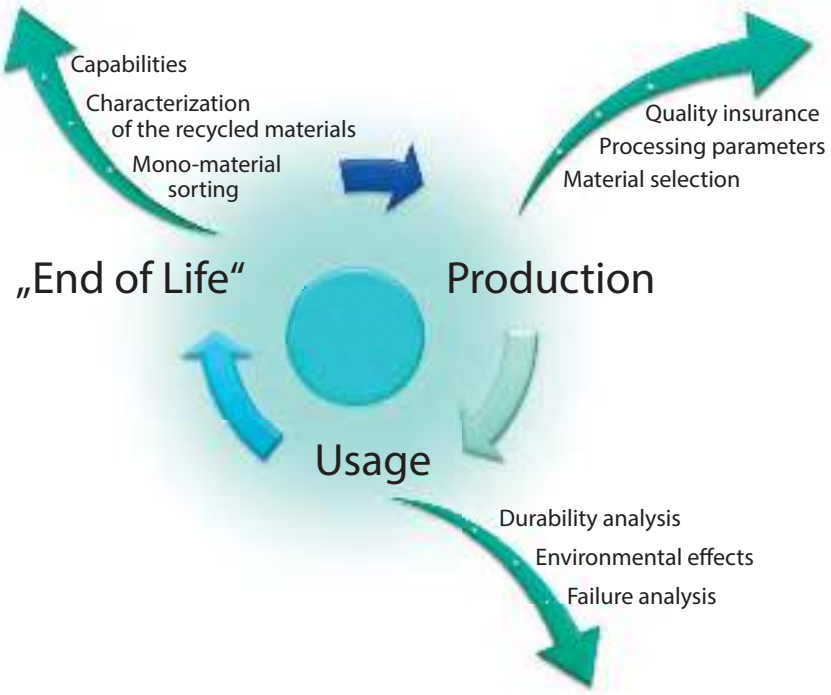
Werkstoffanalytik

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- und Raumfahrt	Strukturbauteile & Sekundarstrukturen
Automobilindustrie	Innen- und Außenbereich
Maschinenbau	Polymere Gleitlager und komplexe Bauteile
Bauwesen	Faserverstärkter Beton

Typische Werkstoffe

Faser- und partikelverstärkte polymere Verbundwerkstoffe
Hybridwerkstoffe
Sandwichstrukturen etc.

Werkstoffanalytik und das Wissen über Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehungen leisten einen wichtigen Beitrag zur Optimierung von Verarbeitungsverfahren und Werkstoffformulierungen. Sie unterstützen durch die Kennwertermittlung auch die Modellierung, Simulation und Bauteilauslegung polymerer Verbundwerkstoffe. Durch das Zusammenspiel mit Expertenwissen deckt die Werkstoffanalytik außerdem wesentliche Bereiche zur Schadensanalyse ab und leistet nicht zuletzt durch die Entwicklung anwendungsgerechter Prüfverfahren einen fundamentalen Querschnittsbeitrag zur Wertschöpfungskette von Faserkunststoffverbunden inklusive deren Recycling. Ein weiterer Teil der Werkstoffanalytik ist die Entwicklung geeigneter Testmethoden für neue Materialien bzw. spezielle Bauteilgeometrien. Die analytischen Methoden können in fast allen Bereichen angewandt werden, die mit polymeren Werkstoffen arbeiten. Typische Fragestellungen beantworten wir für Materialien und Bauteile aus der Automobil- und Luftfahrtindustrie sowie dem Maschinenbau und Bauwesen.



TYPISCHE FRAGEN:

- Herstellung: Welche Materialien passen für meine Anwendung und wie sind deren Prozessparameter während der Verarbeitung zu kontrollieren und einzustellen?
- Nutzung: Wie beeinflussen Temperatur und Witterung die Leistungsfähigkeit meines Materials und wie ist dessen Langzeitverhalten?
- „End-of-Life“: Was sind die Eigenschaften des recycelten Materials und wo findet es neue Anwendungen?

Spezielle Leistungsmerkmale:

- Hochqualifiziertes Team mit jahrzehntelanger Erfahrung in vielen Bereichen der Werkstoffanalytik
- Umfassende Erfahrungswerte in der Methodendurchführung
- Methodenentwicklung
- Individuelle Bearbeitung von speziellen / unkonventionellen Anfragen



Dr. Barbara Güttler | ✆+49 (0)631 2017 -462 | barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

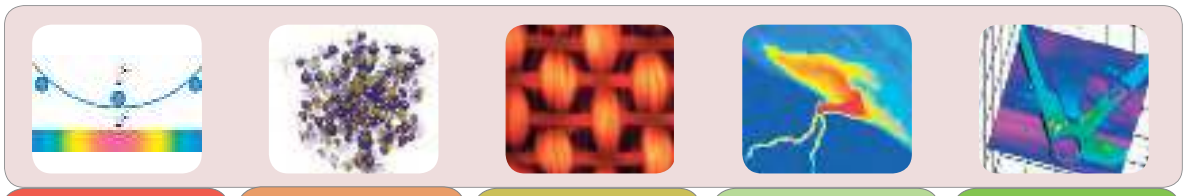
Material Analytics

Material analytics and the knowledge about process-structure-property relationships contribute essentially to the optimization of manufacturing processes and material formulations, and they also support the modeling, simulation, and design of polymeric composites. They determine characteristic values of each material that are the base of every simulation model. Due to the interaction with expert knowledge, material analytics also cover a substantial part of failure analysis and provide a fundamental contribution to the value chain of fiber reinforced composites by developing application oriented testing methods, including fiber recycling. Another part of material analytics is the development of suitable methods for new materials and specially designed components. The analytical methods can be applied in almost any sector dealing with polymeric materials. We respond to typical requests concerning materials and parts from the automotive and aerospace as well as the engineering and construction sectors.

Economic sectors	Applications (examples)
Aerospace	Structural components & secondary structures
Automotive	Interior and exterior
Engineering	Polymeric bearings and complex parts
Construction	Fiber reinforced concrete

TYPICAL QUESTIONS:

- *Manufacturing: Which materials are suitable for my application and how can the processing parameters be determined and controlled?*
- *Usage: What are the effects of temperature and weathering on the material and how does the performance change over its time of usage?*
- *"End-of-Life": What are the properties of the recycled material and where are new applications for it?*



Mechanical properties

Duration | Temperature | Static / Dynamic

- Tensile behavior
- Compressive properties
- Flexural properties
- Impact resistance
- Fracture toughness
- Mechanical behavior in low and high temperature environment e.g. creep, time-temperature-superposition (TTS) short- and long-term behavior

Structural characteristics

2 D | 3 D | Surface

- High resolution electron microscopy with elemental analysis
- Light microscopy for 2D imaging
- Micro computed tomography (µCT) for 3D imaging
- Fiber and pore volume
- Fiber orientation

Surface properties[2)]

Topographie | Energy | Chemistry

- Surface topography
- Chemical analysis
- Surface energy
- Scratch resistance
- Hardness

[2)] in cooperation with competence field Tribology

Thermal properties

Solid | Fluid | Dynamic

- Material composition
- Thermal stability
- Melt / crystallization behavior incl. separation of overlapping effects
- Glass transition
- Heat capacity
- Thermal expansion (directional)
- Rheology: viscosity, shear, flow, gel point
- Curing behavior

Non-destructive testing[1)]

Acoustic | Temperature | Visual

- Phased array ultrasonic
- Acousto-ultrasonic
- Thermography
- Shearography
- Acoustic emission
- Micro-computed tomography (µCT)

[1)] in cooperation with competence field Tailored & Smart Composites

Typical materials

Fiber and particle reinforced polymer composites
Hybrid materials
Sandwich structures etc.

Special expertise:

- *Highly qualified team with decades of expertise in many areas of material analytics*
- *Comprehensive knowledge in carrying out methods*
- *Method development*
- *Individual handling and processing of specialized / unconventional requests*



Dr. Barbara Güttler | ✆ +49 (0)631 2017 -462 | barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

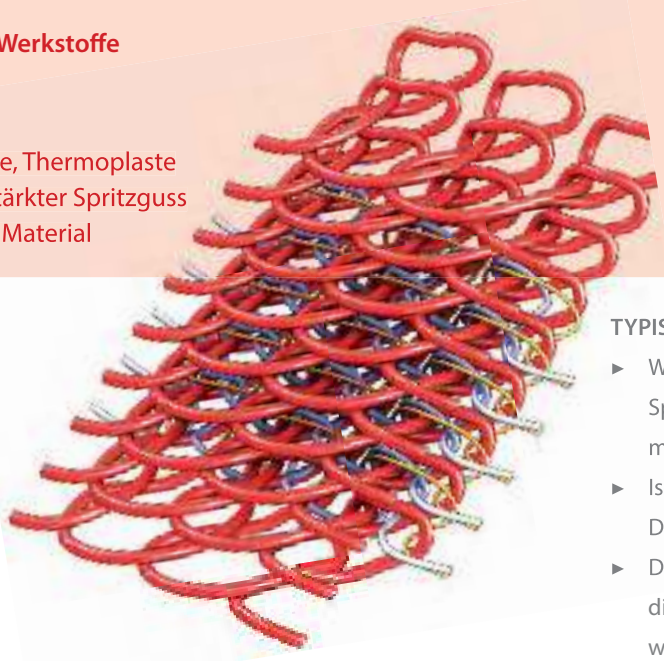
Bauweisen

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

Der Bereich 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, nicht-lineare Materialmodelle, Einheitszellenmodellierung).

Typische Werkstoffe

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



TYPISCHE FRAGEN:

- Wie können Lasten aus der FKV-Struktur ohne Spannungsüberhöhung in ein angeschlossenes metallisches Bauteil übertragen werden?
- Ist es möglich ein FKV-Bauteil durch Fasern in Dickenrichtung zu verstärken?
- Durch welche konstruktive Maßnahme kann die Eigenfrequenz eines Bauteils gezielt erhöht werden ohne zusätzliches Gewicht zu generieren?

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...)
- 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

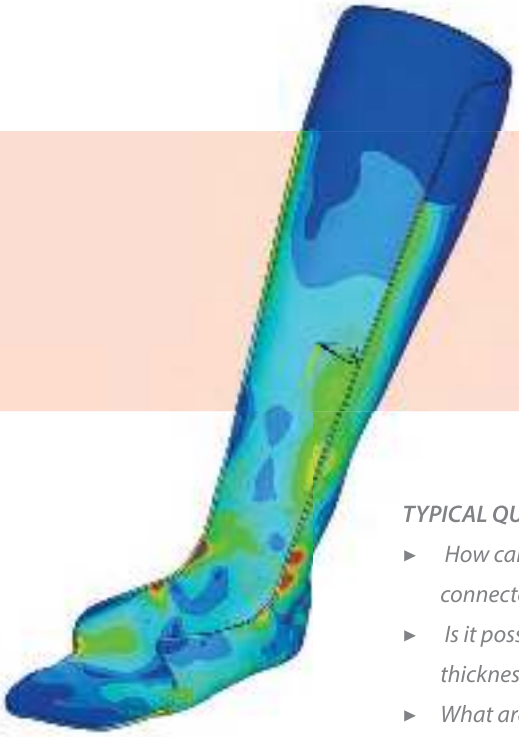


Dr.-Ing. Nicole Motsch | ✆+49 (0)631 2017 -423 | nicole.motsch@ivw.uni-kl.de

Design of Composite Structures

The area 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)
Aerospace	Fuselage and tail structures, high lift components
Automotive	Body-in-white and undercarriage structures
Engineering	Highly accelerated machine parts
Sports and recreation	Bicycle frames
Medical technology	X-ray transparent implants, orthoses
Energy	Pressure vessels, rotor shafts



Typical materials

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

TYPICAL QUESTIONS:

- *How can loads be transferred from an FRP-structure to a connected metallic component without increasing of stress?*
- *Is it possible to reinforce an FRP-component by fibers in thickness direction?*
- *What are the possibilities to increase the natural frequency of a component without generating additional weight?*

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...)*
- *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 | ✆ +49 (0)631 2017 -423 | nicole.motsch@ivw.uni-kl.de

Prozesssimulation

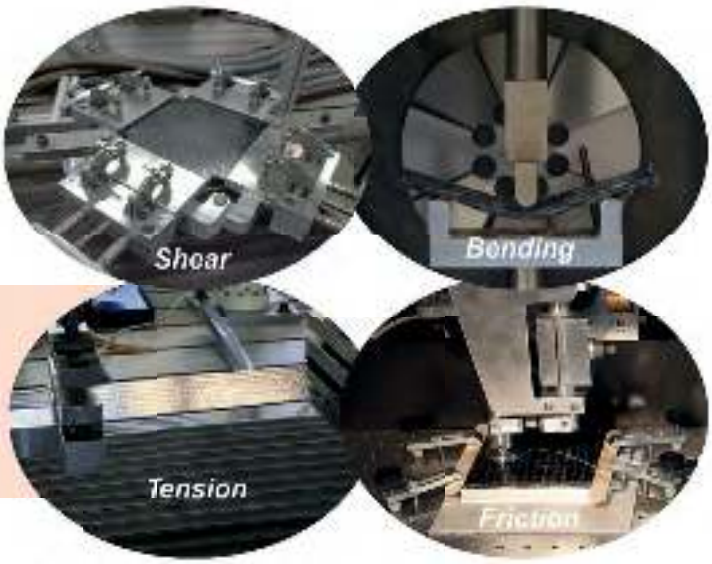
Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luftfahrt	Boostergehäuse
Automobilbau	Karosserieteile
Maschinenbau	Hybride Tragstrukturen
Militär und Sicherheit	Diverse
Sport und Freizeit	Fahrradsättel
Energie	Rotorblätter

TYPISCHE FRAGEN:

- Welche Versuche zur Materialcharakterisierung sind zum Aufbau einer Umformsimulation mit thermoplastischen Materialien notwendig?
- Wie wirkt sich bei dem Fließpressverfahren die Einlegeposition und Zuschnittsgröße auf die Fließfrontentwicklung und die Bildung von Bindenähten aus?
- Welche Charakterisierungsversuche sind notwendig, um die Permeabilität eines Textils in alle drei Raumrichtungen zu bestimmen und wie wird eine RTM Füllsimulation korrekt aufgebaut, damit die Orientierung des Textils im Bauteil korrekt abgebildet wird?

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

GFK, CFK
Kontinuierlich verstärkte Systeme



Spezielle Leistungsmerkmale:

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

Dr. Miro Duhovic | ✆+49 (0)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".

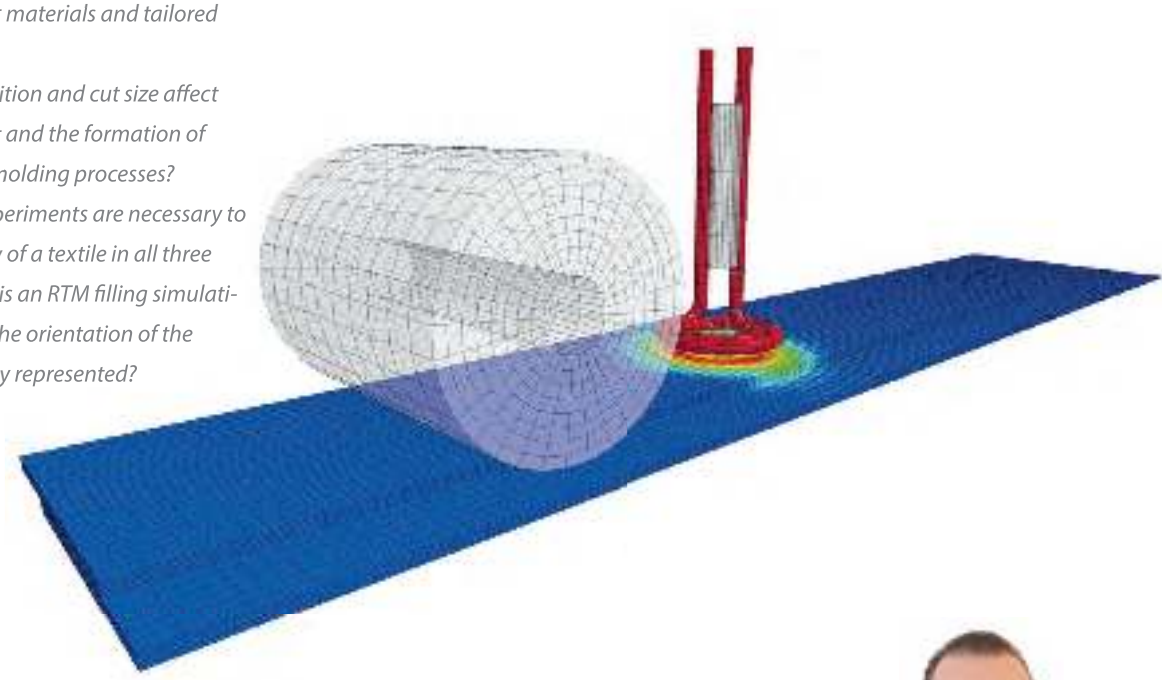
Economic sectors	Applications (examples)
Aerospace	Booster casings
Automotive	Chassis and body panels
Engineering	Hybrid support structures
Military and security	Various
Sports and recreation	Bicycle seats
Energy	Rotor blades

Typical materials

GFRP, CFRP
Continuously reinforced systems

TYPICAL QUESTIONS:

- *Which characterization experiments are necessary for performing thermoforming simulation of thermoplastic organosheet materials and tailored blanks?*
- *How does the insertion position and cut size affect the flow front development and the formation of weld lines in compression molding processes?*
- *Which characterization experiments are necessary to determine the permeability of a textile in all three spatial directions and how is an RTM filling simulation set up correctly so that the orientation of the textile in the part is correctly represented?*



Special expertise:

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



Dr. Miro Duhovic | ✆ +49 (0)631 2017 -363 | miro.duhovic@ivw.uni-kl.de

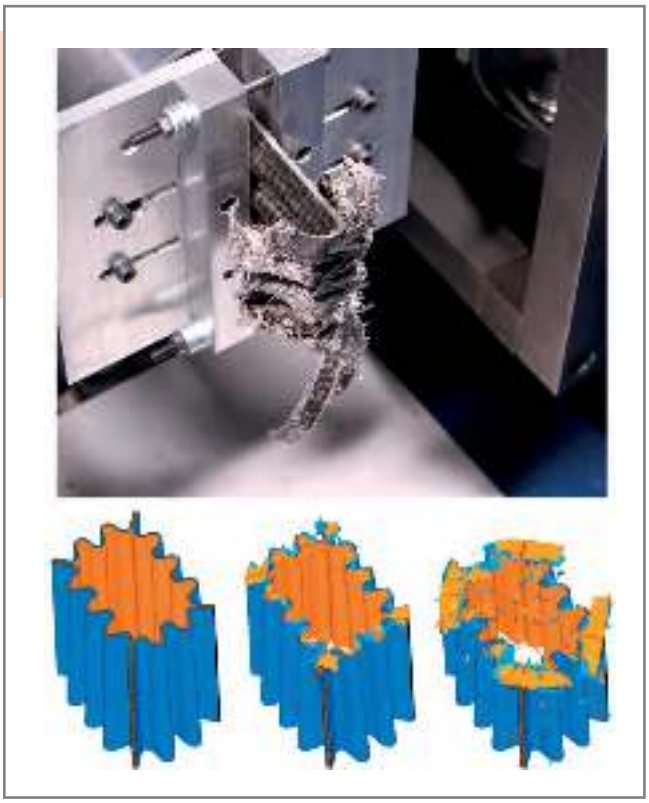
Crash & Energieabsorption (Modellierung, Simulation und Prüfung)

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Automobilbau	Stoßfängerträger, Crashabsorber, Innenverkleidungsteile
Luftfahrt	Verbindungen, Streben
Maschinenbau	Hochbeschleunigte Maschinenteile, Gehäuse

Dieses Kompetenzfeld befasst sich mit der experimentellen und simulativen Analyse von Werkstoffen, Bauteilen und Verbindungen, besonders unter dem Einfluss von Dehnrate und Temperatur. Schwerpunkte liegen dabei auf der Validierung von FE-Modellen auf Werkstoff- und auf Bauteilebene sowie der Steigerung der Energieabsorption in zug- und biegebelasteten FKV-Bauteilen und Verbindungen.

Typische Werkstoffe

CFK, GFK, AFK
Kontinuierliche und diskontinuierliche Faserverstärkung
Hybridmaterialien



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:

- Moderne Versuchsanlagen und -technik:
  - Hochgeschwindigkeitsprüfmaschine: temperaturvariante Werkstoffcharakterisierung 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 zur Simulationsvalidierung
- Validierung von FE-Modellen für FKV
- FE-Modellierung mit ABAQUS und LS-Dyna
- Ultra-Highspeed-Bilder mit einer Aufnahmefrequenz von bis zu 1 Mio. Hz/s



Dr.-Ing. Sebastian Schmeer | ✆+49 (0)631 2017 -322 | sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de

Crash & Energy Absorption (Modeling, Simulation and Testing)

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

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 validation of FE-models on material and structure level as well as the improvement of energy absorption in tension and bending loaded composite structures and joints.



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:

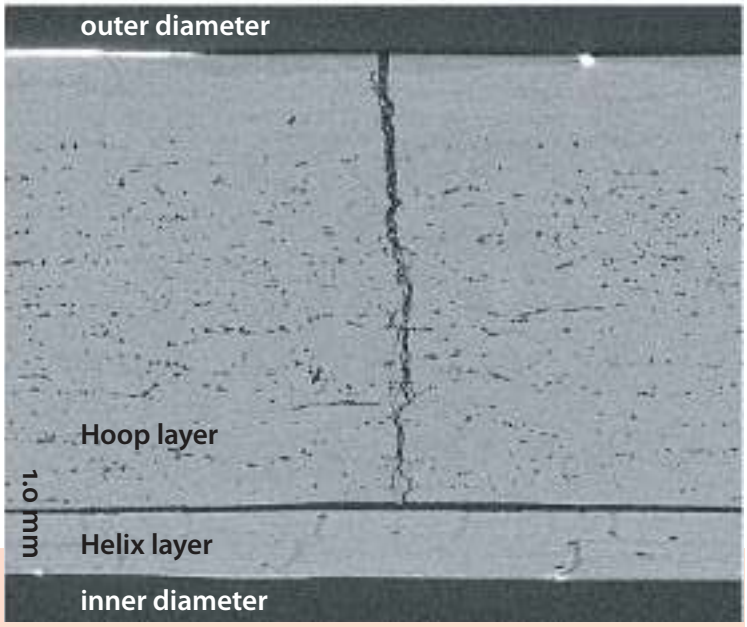
- *Modern testing equipment and technologies:*
  - *High speed tension machine: material characterization at velocities of 0.1 mm/s to 20 m/s and temperatures from –100°C to 250°C*
  - *Crash rig up to 22 kJ impact energy for testing of substructures*
  - *Drop tower for impact tests up to 3 kJ impact energy*
  - *Local optical deformation measurement to validate simulations*
- *Validation of FE-models for composites*
- *FE-modeling by ABAQUS and LS-Dyna*
- *Ultra-highspeed-pictures up to 1 million Hz frames per second*



Dr.-Ing. Sebastian Schmeer | ✆ +49 (0)631 2017 -322 | sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de

Ermüdung & Lebensdaueranalyse

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



Typische Werkstoffe

GFK
CFK
Kontinuierlich und diskontinuierlich faserverstärkte Kunststoffe

Im Bereich 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 die schichtweise Lebensdaueranalyse von Faser-Kunststoff-Verbunden für analytisch beschreibbare Spannungszustände auf der Grundlage der klassischen Laminattheorie und für dünnwandige, moderat gekrümmte Schalenstrukturen mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode sowie der experimentelle Lebensdauernachweis unter dem Einfluss von Umweltbedingungen.

TYPISCHE FRAGEN:

- Wie können Prüfmethoden zur Lebensdauerbestimmung effizienter gestaltet werden?
- Wie werden zyklische Prüfungen von Werkstoffen und Bauteilen möglichst realitätsnah durchgeführt?
- Welchen Einfluss haben Umweltbedingungen auf das Ermüdungsverhalten von Faser-Kunststoff-Verbunden?



Spezielle Leistungsmerkmale:

- Rechnerische Lebensdaueranalyse
- Vielfältige Prüfmöglichkeiten und Messverfahren
  - Bauteilprüfstand mit 6-Kanal-Steuerung
  - zyklische Prüfung unter Einfluss flüssiger Medien
  - 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 (0)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

In the area of 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 degradation), and the generation of linear and non-linear models; the layer-based fatigue life analysis of polymer composites on the basis of the classical laminate theory (analytically describable stress conditions) and by using the finite element method (complex geometry thin-walled and moderately curved structures) as well as the experimental fatigue life testing under environmental conditions.

Typical materials

GFRP
CFRP
Continuously and discontinuously reinforced plastics



TYPICAL QUESTIONS:

- *How to set-up tests for more efficient life time determination?*
- *How can cyclic tests of materials and components be performed as close to reality as possible?*
- *What is the influence of environmental conditions on the fatigue behavior of fiber reinforced plastics?*

Special expertise:

- *Fatigue life simulation*
- *Multiple test facilities and measurement methods*
  - *Component test rig with 6 channel control*
  - *Cyclic testing with influence of liquids*
  - *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 (0)631 2017 -301 | joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de

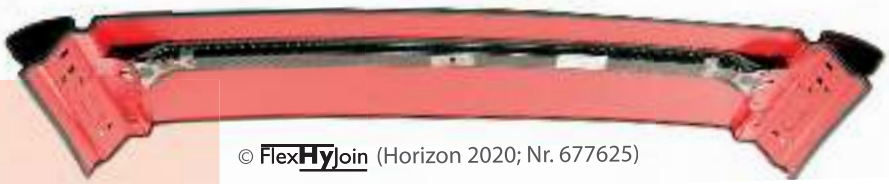
Press- & Fügetechnologien

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luftfahrt	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), modifizierten Thermoplasten und Fließpressmassen, basierend auf SMC, LFT und GMT sowie angepassten Fügetechnologien. Ein Schwerpunkt in diesem Arbeitsbereich ist die Entwicklung und Verarbeitung von speziellen Verfahren für naturfaserverstärkte Verbundwerkstoffe in Verbindung mit herkömmlichen oder biobasierten Polymeren. Zur Bauteilherstellung werden basierend auf der Stapelfasertechnologie neuartige Umformtechniken sowie Konzepte zur Prozesskettenverkürzung weiterentwickelt. Einen weiteren Schwerpunkt bilden Prozesskombinationen und angepasste sowie hocheffiziente Fügetechniken mit der Entwicklung spezieller Verfahren zum Schweißen von thermoplastischen FKV und Hybridverbindungen.

TYPISCHE FRAGEN:

- Welche neuen Freiheitsgrade eröffnen sich beim Einsatz von Stapelfasergarnen?
- Bieten recycelte Carbonfasern ausreichend gute mechanische Eigenschaften?
- Welche Möglichkeiten gibt es, nachwachsende Rohstoffe im Compositebereich einzusetzen?



© FlexHyJoin (Horizon 2020; Nr. 677625)

Typische Werkstoffe

GFK, CFK, NFK, AFK Textilien
Kombinationen von kontinuierlich und diskontinuierlich verstärkten Systemen
PP, PA, PPS, PEI, PEEK, PU, EP, UP, Biopolymere, etc.

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)
  - Vibrationsschweißanlage
- In-line und off-line Prozesslösungen
- Abbildung der gesamten Prozesskette



© FlexHyJoin (Horizon 2020; Nr. 677625)

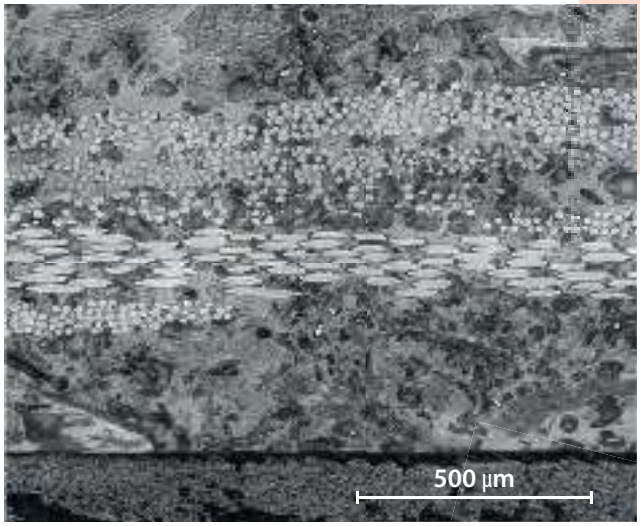


Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang | ✆+49 (0)631 2017 -103 | peter.mitschang@ivw.uni-kl.de

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 based on SMC, LFT, and GMT as well as customized joining technologies. A key area in this field is the material and process development for natural fiber reinforced composites using conventional or bio-based polymers. Innovative forming technologies based on staple fiber technology as well as concepts for more efficient processes are being developed for component manufacturing. Another focus is on process combinations and customized as well as highly efficient joining technologies to develop special procedures for the welding of thermoplastic FRP and hybrid materials.

Economic sectors	Applications (examples)
Aeronautics	Boxes, 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

GFRP, CFRP, NFRP, AFRP fabrics
Combinations of continuously and discontinuously reinforced systems
PP, PA, PPS, PEI, PEEK, PU, EP, UP, biopolymers, etc.

TYPICAL QUESTIONS:

- *What new degrees of freedom open up when using staple fiber yarns?*
- *Do recycled carbon fibers provide sufficient mechanical properties?*
- *Which options exist for using renewable raw materials in the composite industry?*

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)*
  - *Vibration welding system*
- *In-line and off-line process solutions*
- *Mapping of the entire process chain*





Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang | ✆ +49 (0)631 2017 -103 | peter.mitschang@ivw.uni-kl.de

KOMPETENZFELD

Roving- & Tapeverarbeitung

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- und Raumfahrt	Rumpf- und Leitwerkstrukturen, Stabstrukturen, Fensterrahmen, ISO-Grid-Strukturen
Automobilindustrie	Karosseriestrukturen, Antriebswellen, Strukturbauteile, Kraftstofftanks, Druckbehälter
Maschinenbau	Schnell bewegte Maschinenteile, Wellen, Prototypen, Motoreinhausungen, Spalttöpfe
Sport und 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 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) mit Endlosfasern in Belastungsrichtung.

TYPISCHE FRAGEN:

- Gibt es spezielle Wickelharze für Hochtemperatur-Anwendungen?
- Können mit dem Tapelegen verschnittarme Preforms für den Umformprozess bereitgestellt werden?
- Bei welchen Anwendungen kann das Fiber Integrated Fused Deposition Modeling (FIFDM) Verfahren punkten?

Typische Werkstoffe

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



Spezielle Leistungsmerkmale:

- Anlagentechnik im Industriemaßstab:
  - 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
- Entwicklung von Verfahren speziell für große Stückzahlen
- Spezielle Legekopfentwicklungen (TP-Tapes, TS-Tapes, Binder-Tapes, Towpregs)
- 3D-Druck mit Endlosfaserverstärkung
- Mit der integrativen Prozessentwicklung werden alle relevanten Aspekte der Prozesse Wickeln, Tapelegen und Prepregtechnologie abgedeckt



Dr.-Ing. Jens Schlimbach | ✆+49 (0)631 2017 -312 | jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de

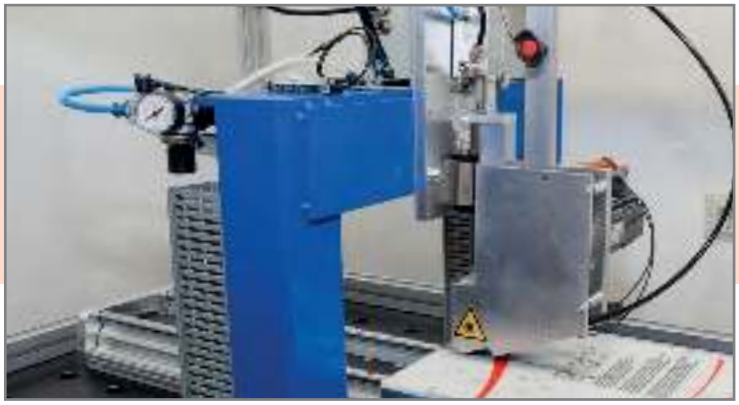
Roving & Tape Processing

Research goal is the new and further development of the manufacturing processes winding, tape laying and 3D printing with continuous fiber-reinforced thermoset and thermoplastic matrices including tool and process technology. Research interests include quality management, process control and optimization as well as process automation, such as in-line direct impregnation, ring winding technology or "out-of-autoclave" techniques via in-situ consolidation. Another research field is the enhancement of additive manufacturing technologies (3D-Printing) with endless fibers in loading direction.

Economic sectors	Applications (examples)
Aerospace	Fuselage and tail structures, rod structures, window frames, ISO-grid structures
Automotive	Body structures, drive shafts, structural components, fuel tanks, pressure vessels
Mechanical engineering	Highly accelerated machine parts, shafts, prototypes, engine housings, containment shells
Sports and 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 QUESTIONS:

- *Are there special winding resins for high temperature applications?*
- *Is tape laying a method to produce low-waste preforms for the thermoforming process?*
- *For which applications is the Fiber Integrated Fused Deposition Modeling (FIFDM) most suitable?*



Typical materials

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

Special expertise:

- *Industrial scale equipment:*
  - *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*
- *Development of procedures specifically for large quantities*
- *Special tape-laying developments (TP tapes, TS tapes, binder tapes, towpregs)*
- *3D-Printing with endless fiber reinforcement*
- *This integrated process development covers all relevant aspects of the processes winding, tape laying and prepreg technology*



Dr.-Ing. Jens Schlimbach | ✆ +49 (0)631 2017 -312 | jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de

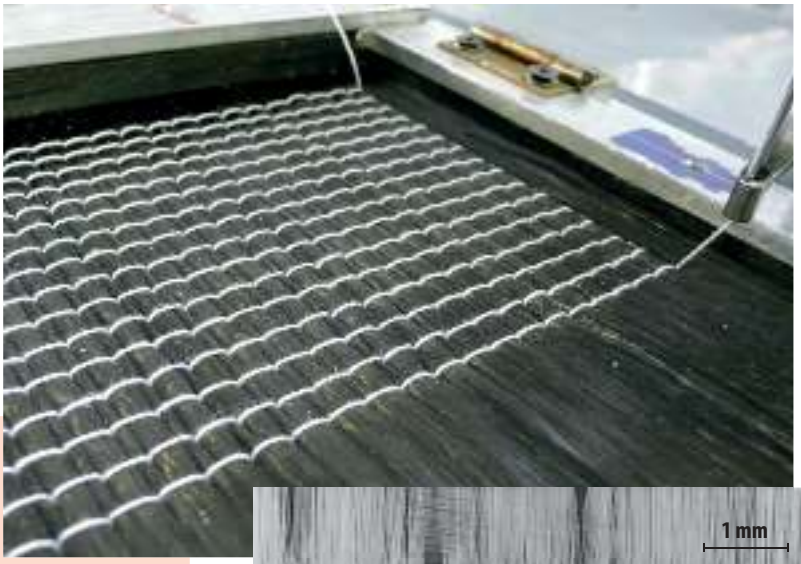
Imprägnier- & Preformtechnologien

Das Kompetenzfeld befasst sich mit der Neu- und Weiterentwicklung von Imprägnier- und Preformtechnologien. Entsprechend gilt die besondere Aufmerksamkeit der Entwicklung innovativer Preform - Liquid Composite Molding Prozessketten inklusive der dabei eingesetzten Materialien sowie Werkzeug- und Anlagentechnologie. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei in der Erforschung von Möglichkeiten zur Optimierung des textilen Preformingverhaltens sowie der Tränkbarkeit (Permeabilität) von Preforms.

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luftfahrt	Rumpf- und Leitwerksstrukturen
Automobilbau	Karosseriestrukturen, Strukturbauteile
Maschinenbau	Schnell bewegte Maschinenteile, Gehäuse
Sport und Freizeit	Fahrräder, Skier, Boote
Energie	Rotorblätter für Windkraft

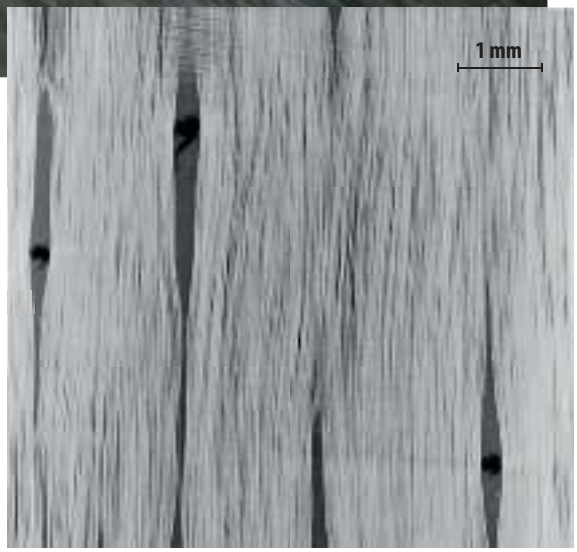
TYPISCHE FRAGEN:

- Welchen Einfluss hat die hydrodynamische Kompaktierung auf den Injektionsprozess?
- Wie lassen sich hybride Verbundwerkstoffe mit integrierten Elastomeren oder Stahlfasern herstellen?
- Wie können recycelte Kohlenstofffasern wieder in den Prozess integriert werden?



Typische Werkstoffe

GFK, CFK, AFK
Epoxydharz, Polyesterharz,
in-situ polymerisierende Thermoplaste



Spezielle Leistungsmerkmale:

- Anlagentechnik im Industriemaßstab:
  - Nähmaschinen und Nähautomaten
  - Sew-and-cut Technologie
  - SPS-gesteuerte Injektionsanlagen
  - Werkzeugträger mit Parallelführung
  - Permeameter 2D/3D
  - Autoklavtechnik als Referenzverfahren
- Durchgängiges Preform-Engineering in 2D (CAD bis zur Preform)
- Abbildung der gesamten Prozesskette (Preform bis Bauteil)
- Fertigungskonzeptentwicklung



Dr.-Ing. David May | ✆+49 (0)631 31607-34 | david.may@ivw.uni-kl.de

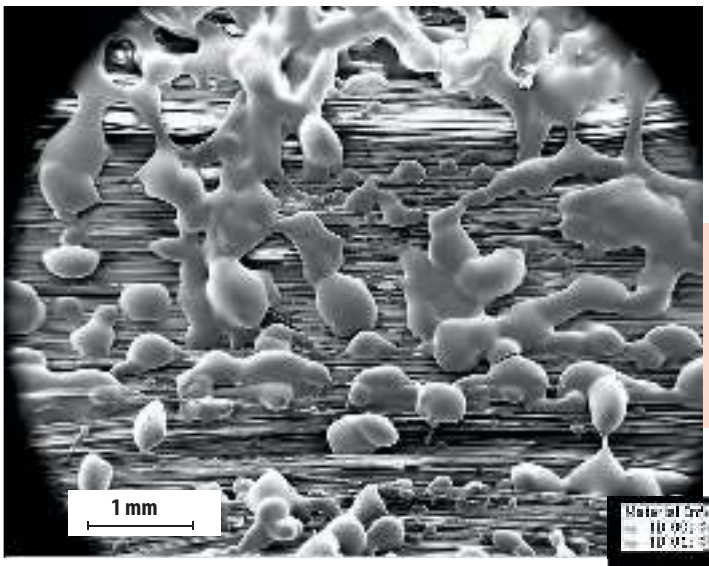
Impregnation & Preform Technologies

Economic sectors	Applications (examples)
Aeronautics	Fuselage and empennage structures
Automotive	Body structures, structural components
Engineering	Highly accelerated machine parts, casings
Sports and recreation	Bicycles, skis, boats
Energy	Rotor blades for wind power

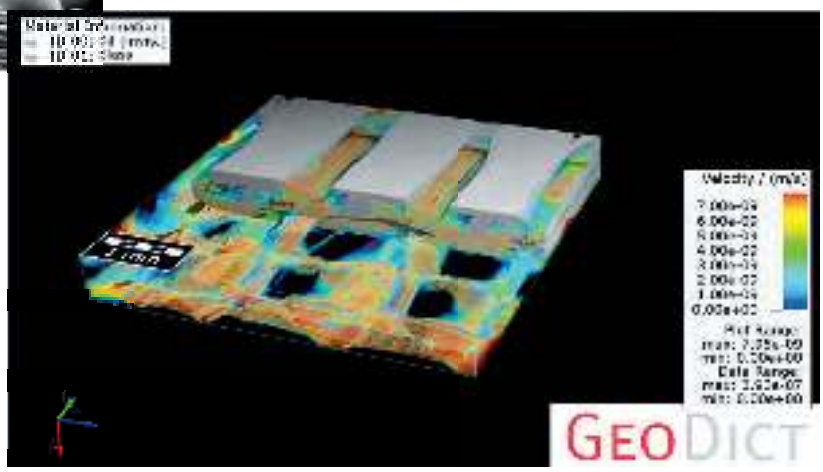
This field of competence covers the development of new and the advancement of state of the art impregnation and preforming technologies. Accordingly, special attention is paid to the development of innovative Preform – Liquid Composite Molding process chains including the applied materials, tools and manufacturing facilities. A particular focus is on the investigation of possibilities to optimize the preforming and impregnation (permeability) behavior of preforms.

TYPICAL QUESTIONS:

- How does hydrodynamic compaction influence the injection process?
- How can hybrid composites with integrated elastomers or steel fibers be manufactured?
- How can recycled carbon fibers be re-integrated in the process?



Typical materials
GFRP, CFRP, AFRP
Epoxy resin, polyester resin,
in-situ polymerizing thermoplastics



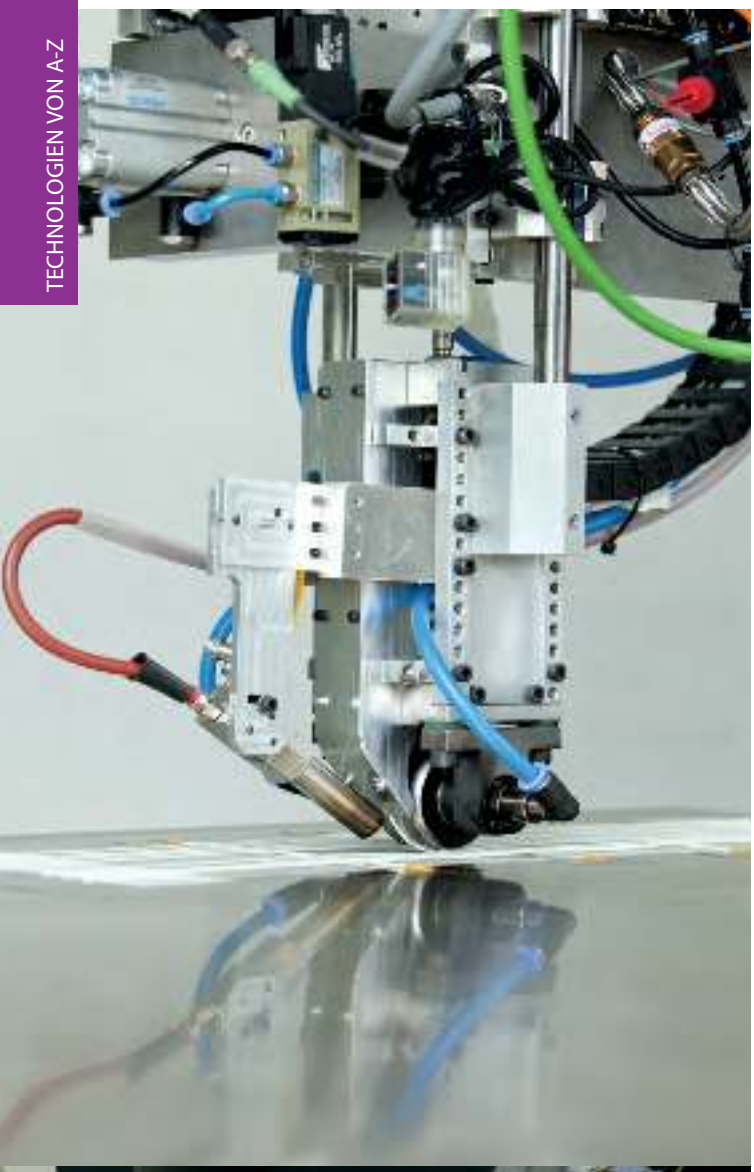
Special expertise:

- Industrial scale equipment:
  - Sewing machines and sewing automats
  - Sew-and-cut technology
  - SPS-controlled injection plant
  - Tool carrier with parallel guidance
  - Permeameter 2D/3D
  - Autoclave technology as reference procedure
- Consistent preform-engineering in 2D (CAD to preform)
- Mapping of the entire process chain (preform to component)
- Production concept development



Dr.-Ing. David May | ✆ +49 (0)631 31607-34 | david.may@ivw.uni-kl.de

TECHNOLOGIEN VON A-Z







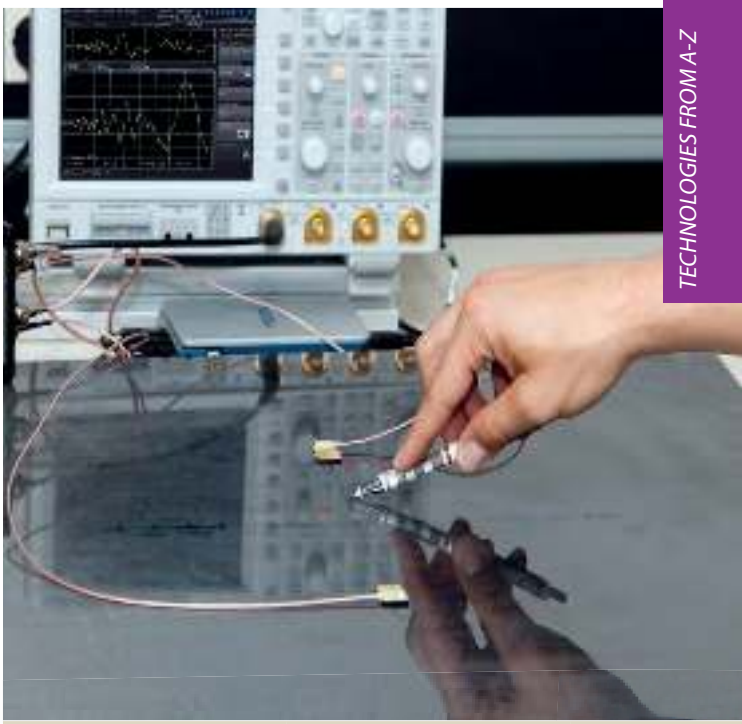
Das IVW entwickelt Komposite in großer Breite und Tiefe

- Bauteilprüfung
- Bauteilüberwachung
- Bauweisenentwicklung
- Festigkeitsanalyse
- Folienextrusion
- Funktionalisierte Matrixsysteme
- Halbzeugentwicklung
- Harzinjektionsverfahren + Simulation
- Hybride Materialien + Strukturen
- Hybridprozesse
- Impakt- / Crashverhalten + Simulation
- Kompoundierung, Blends
- Lebensdaueranalyse
- Methoden zur Material- und Prozess-Charakterisierung
- Nanokomposite
- Presstechnik + Simulation
- Sensorintegration / Smart Materials
- Tape und Fiber Placement + Simulation
- Textile Preform-Technologie
- Tribologie
- Umformtechnik + Simulation
- Verbindungstechnik / Schweißen + Simulation
- Versagensverhalten
- Werkstoffanalytik
- Wickeltechnik + Simulation
- Zerstörungsfreie Prüfung



The institute develops composites for a wide variety of applications

- *Component control*
- *Component testing*
- *Compounding, blends*
- *Design*
- *Development of semi-finished materials*
- *Failure behavior*
- *Fatique analysis*
- *Filament winding simulation*
- *Film extrusion*
- *Forming technology + simulation*
- *Functionalized matrix systems*
- *Hybrid materials + structures*
- *Hybrid processes*
- *Impact / crash behavior + simulation*
- *Joining technology / welding + simulation*
- *Material analytics*
- *Methods of material and process characterization*
- *Nanocomposites*
- *Non-destructive testing*
- *Press molding technology + simulation*
- *Resin injection technology + simulation*
- *Sensor integration / smart materials*
- *Stress analysis*
- *Tape and fiber placement + simulation*
- *Textile preform technology*
- *Tribology*







PROJEKTE

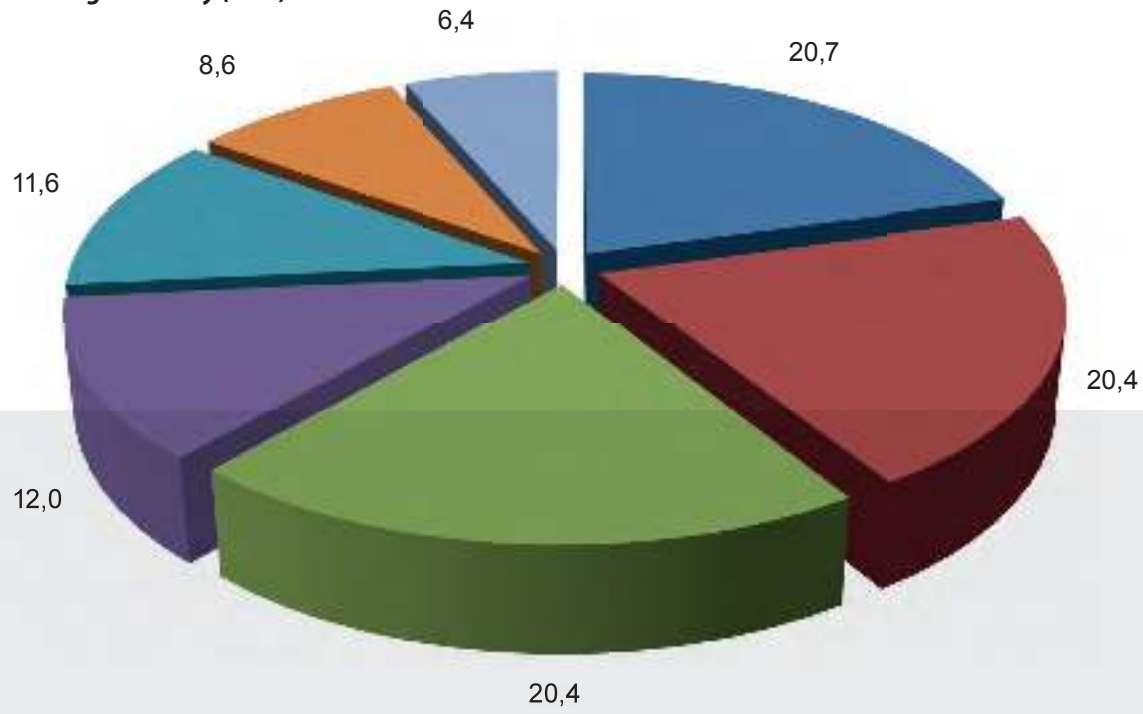
Im Jahr 2018 wurden am Institut insgesamt 203 Projekte bearbeitet.

54 Projekte wurden von öffentlichen Drittmittelgebern wie dem Ministerium für Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz (MWWK), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der Europäischen Union (EU), dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), der Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation (SRI) u.a. unterstützt. Bei 149 Projekten handelte es sich um bilaterale Forschungsprojekte mit industriellen Partnern. Diese bilateralen Forschungsprojekte wurden am stärksten aus dem Bereich Maschinenbau nachgefragt, gefolgt von Anwendungen für Unternehmen des Automobilsektors und der Luft- und Raumfahrt.

Auf den folgenden Seiten werden ausgewählte geförderte Projekte dargestellt.

Erträge aus öffentlich geförderten Projekten nach Fördermittelgeber (in %)

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

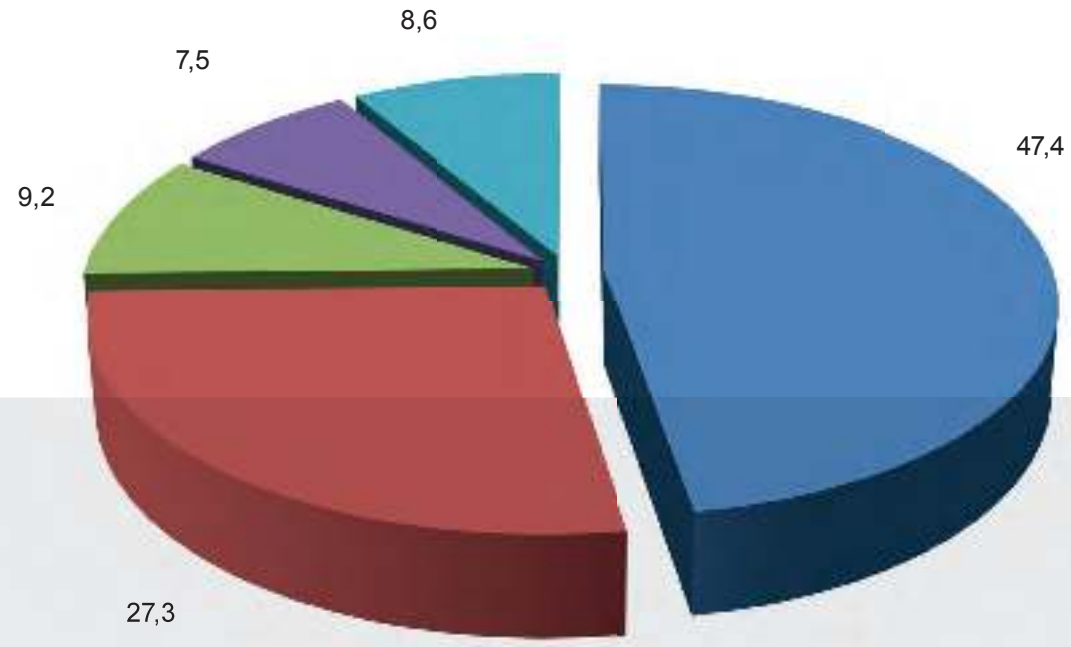


In 2018 a total of 203 projects were processed. 54 projects were funded by public funding agencies such as Ministry of Science, Education and Culture of Rhineland-Palatinate (MWWK), German Research Foundation (DFG), European Union (EU), Federal Ministry of Education and Research (BMBF), Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), German Federation of Industrial Research Associations (AiF), Foundation Rhineland-Palatinate for Innovation (SRI), etc. 149 of these projects were bilateral research projects with industrial partners. The strongest demand for bilateral research projects came from the engineering branch, followed by applications for the automotive industry and the aerospace sector.

A selection of funded projects is presented on the following pages.

Industrieerlöse nach Branche (in %)

Industrial revenues by sector (in %)



stefan.weidmann@ivw.uni-kl.de

AIRPOXY – Einführung einer neuen Familie von Faserkunststoffverbunden



Stefan Weidmann

Ziel des EU-Projektes **AIRPOXY** – „Thermoform-**A**ble repa**I**rable and bondable sma**R**t e**POXY** based composites for aero structures" ist es, die Produktions-, Reparatur- und Betriebskosten von Faser-Kunststoff-Verbund-Bauteilen zu senken und Vitrimere als Matrixsysteme für FKV zu etablieren. Im Rahmen des Projektes soll durch die Entwicklung einer neuen Familie verbesserter Verbundwerkstoffe die Herstellbarkeit und Verarbeitbarkeit von FKV verbessert werden.

Vitrimere verhalten sich beim Aushärten ähnlich wie Duroplaste und bilden zwischen den Polymerketten chemische Bindungen. Die Besonderheit ist, dass sich die chemischen Bindungen oberhalb der Glasübergangstemperatur lösen und beim Abkühlen neu vernetzen. Dieser Mechanismus erlaubt die Herstellung von Bauteilen, welche die mechanischen Vorteile von Duroplasten, wie zum Beispiel hohe Glasübergangstemperaturen, aufweisen und gleichzeitig mit kurzen Taktzeiten verarbeitet werden können. Im Rahmen des Projektes wird auch die Schweißbarkeit dieser neuen Familie von Verbundwerkstoffen untersucht. Hierdurch sollen nicht nur die Kosten für das Fügen von FKV-Bauteilen reduziert, sondern auch neue Reparaturkonzepte ermöglicht werden.

Im Projekt wird durch die Entwicklung einer neuen Familie verbesserter Verbundwerkstoffe die Herstellbarkeit und Reparierbarkeit von FKV verbessert. Die Technologie soll durch die Herstellung von Demonstratorbauteilen aus dem Bereich Luftfahrt validiert werden.

Projektpartner / *Partners:*

AENOR – Asociación Española de Normalización
Altair Engineering France SARL
ARTTIC – International Management Services
CIDETEC – (Koordinator / Coordinator)
Coexpair S.A.
ÉireComposites Teoranta
Fundació Eurecat
IDEC – Ingeniería y Desarrollos en Composite S.L.
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Panepistimo Ioanninon
SONACA – Société Nationale de Construction Aérospatiale S.A.

Eines der Demostratorbauteile, die im AIRPOXY Projekt hergestellt werden, ist eine Unterbaugruppe eines Flugzeugtriebwerks

One of the demonstrator components manufactured in the AIRPOXY project is a subassembly of an aircraft engine

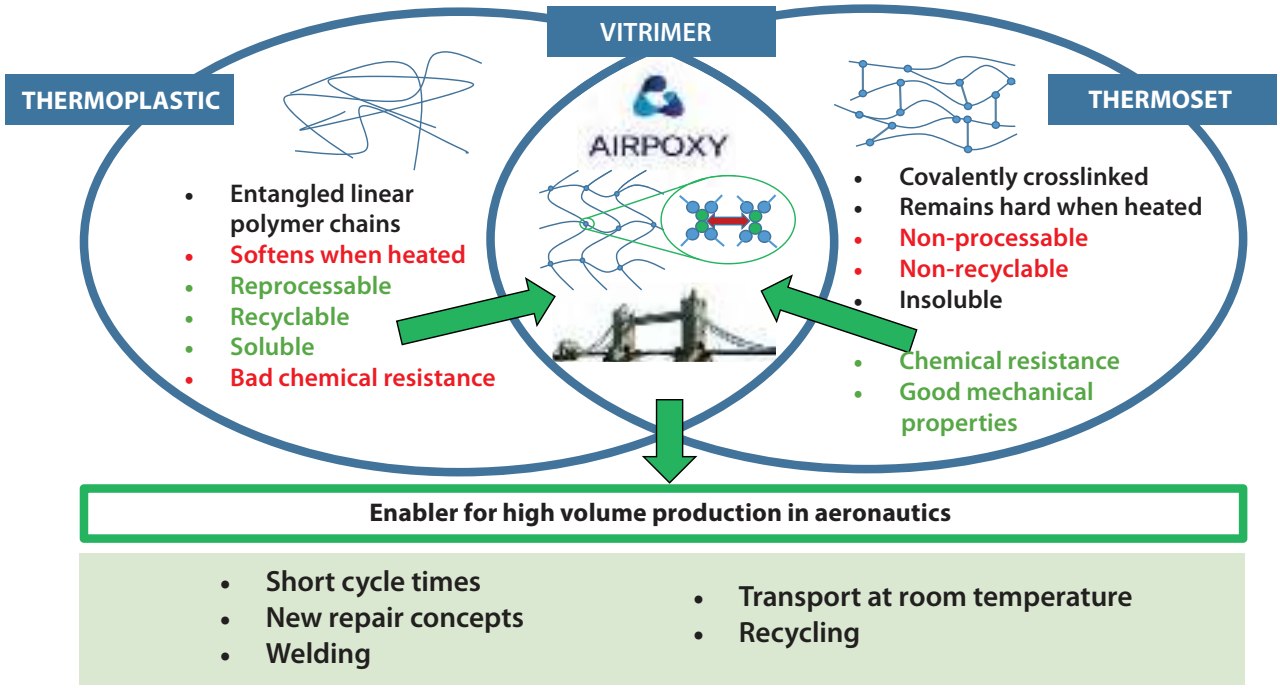
©AIRPOXY



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

Thermoplast vs. Duroplast vs. Vitrimer

Thermoplastic vs. thermoset vs. vitrimer



*The aim of the EU funded project **AIRPOXY** – "Thermoform-**A**ble, repa**I**rable and bondable sma**R**t e**POXY** based composites for aero structures" is to reduce the production, repair, and maintenance costs of fiber reinforced polymer composite (FRPC) components and to establish fiber reinforced vitrimers as a new family of FRPC.*

A novel resin system, a vitrimer, is used, which behaves similarly to thermosets during curing and forms chemical bonds between the polymer chains. The special characteristic is that the chemical bonds are released above the glass transition temperature and re-crosslinked during cooling. This mechanism allows the production of components that have the mechanical advantages of thermosets, in particular a high glass transition temperature, and can be processed with short cycle times. The project will also investigate weldability to reduce the cost of joining FRPC components as well as new repair concepts.

The project aims at improving the production and repair of fiber reinforced polymer composites by the introduction of a new family of composite materials. The technology will be validated by demonstrators for aerospace applications.



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

sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de
david.scheliga@ivw.uni-kl.de

Arbeitskreisleitung „Endlosfaserverstärkte Thermoplaste im Automobilbereich““



Sebastian Schmeer



David Scheliga

Die Eigenschaften von endlosfaserverstärkten Thermoplasten werden wie bei anderen Werkstoffen auch in experimentellen Untersuchungen charakterisiert. Dabei kann teilweise auf einheitliche, oft aber auch auf unterschiedliche Normen zurückgegriffen werden. Oftmals existieren keine Normen oder die existierenden Normen sind nicht passend, weil sie z.B. für duromere Verbundwerkstoffe entwickelt wurden. Desweiteren gibt es innerhalb dieser Materialgruppe keine einheitliche Werkstoffcharakterisierungsstrategie. Dies führt zu einem Hemmnis in der Anwendung von endlosfaserverstärkten Produkten im Automobilbau, wo Vergleichbarkeit der Werkstoffe, Unterstützung von Simulation und Kosteneffizienz Grundvoraussetzungen für den Einsatz von Werkstoffen sind.

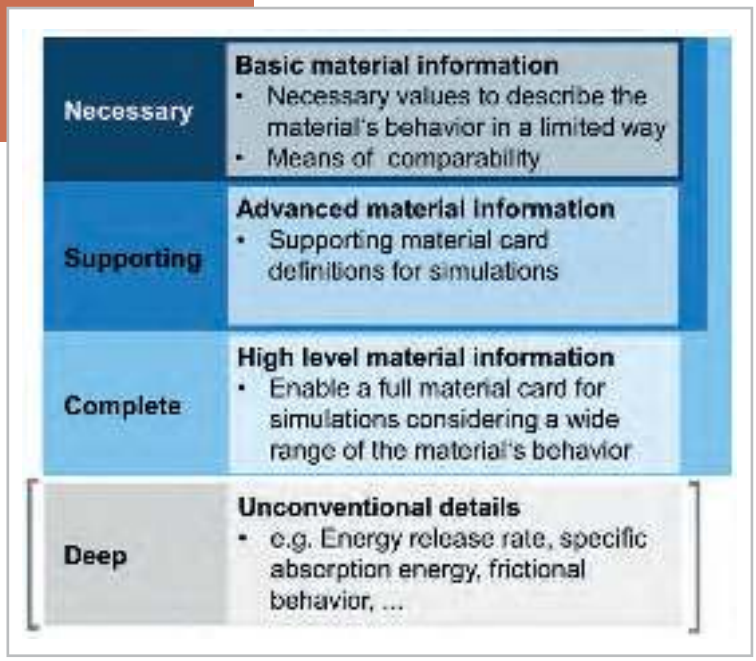
Vor diesem Hintergrund entwickelt der AVK Arbeitskreis „endlosfaserverstärkte Thermoplaste“ eine transparente und effiziente Standardisierungsstrategie für endlosfaserverstärkte Thermoplaste (Organobleche und Tapes). Seit seiner Gründung im Juni 2015 wurde ein Prüfplan erarbeitet. Dieser Prüfplan definiert den minimal notwendigen Satz an Werkstoffkennwerten sowie die Prüfbedingungen und Prüfmethoden nach welchen die Werkstoffkennwerte bestimmt werden. Bei der Auswahl entsprechender Prüfmethoden waren besonders die Faktoren Genauigkeit, Effizienz und Robustheit ausschlaggebend. Die Anwendbarkeit für endlosfaserverstärkte Kunststoffe wurde durch experimentelle Validierung mittels ausgewählter Prüfmethoden belegt. Eine darüber hinaus gehende Maßnahme war die Entwicklung eines neuen Prüfkörpers für die Zugeigenschaften. Die bestehende Prüfmethode wurde für die Anwendung bei endlosfaserverstärkten Thermoplasten als deutlich weniger robust mit hohem verbundenen Prüfaufwand bewertet. Der neu entwickelte Prüfkörper wird diesen Anforderungen gerecht, belegt durch einen umfangreichen Ringversuch. In Folge dessen soll dieser neue Prüfkörper in die bestehende Norm überführt werden. Dies verdeutlicht die Bereitschaft des Arbeitskreises, die Vereinheitlichung der Werkstoffcharakterisierung für die Gruppe der endlosfaserverstärkten Thermoplaste auf ein festes Fundament zu stellen.

Die weiterführende Arbeit des Arbeitskreises sieht vor, den Prüfplan in eine öffentliche Datenbank zu überführen, damit nach diesem Schema geprüfte Werkstoffe veröffentlicht werden können. Darüber hinaus rücken für die Auslegung automobiler Komponenten wichtige Themen der Prozesssimulation und Dehnrateneinflüsse auf die Tagesordnung des Arbeitskreises.

In diesem Arbeitskreis unter dem Dach der AVK sind folgende Firmen zusammengeschlossen: Arkema, Covestro, DSM, Dupont, Evonik, Lanxess/Bond Laminates, Mitsui Chemicals, 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 und Lösungen für eine transparente und effiziente Standardisierung vorzuschlagen. Diese Lösungen werden eng mit einem OEM Komitee (BMW, Daimler, Ford, Opel/PSA, VW) diskutiert.

Einteilung von Werkstoffkennwerten in 3 Gruppen

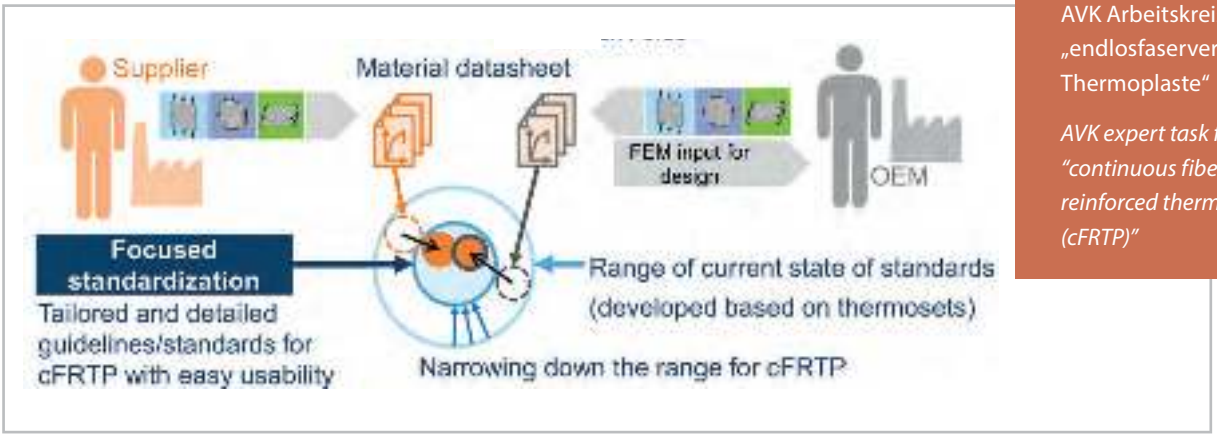
Classification of material properties into 3 classes



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

AVK Arbeitskreis „endlosfaserverstärkte Thermoplaste"

AVK expert task force "continuous fiber reinforced thermoplastics (cFRTP)"



Material properties of continuous fiber reinforced thermoplastics are identified by experimental investigations often based on standards. Sometimes several varying standards exist. But often no national/international standards can be found or standards are not suitable because they were originally developed e.g. for thermoset materials. Furthermore, there is no standard strategy for characterizing this material group. This leads to an obstacle for applying continuous reinforced products within the automotive sector, where comparability between materials, support for simulation, and cost efficiency are basic prerequisites for an application.

The AVK expert task force "Continuous Fiber Reinforced Thermoplastics" develops a transparent and efficient standardization strategy for continuous fiber reinforced thermoplastics (organo sheets and tapes) against this background. Since its founding in June 2015, a test plan was developed. This test plan defines the minimal set of necessary material properties, test conditions, and test methods under which these material properties have to be determined. Accuracy, efficiency, and robustness were decisive in selecting the needed test methods. The selected test methods' usability for continuous fiber reinforced thermoplastics was experimentally proven. An additional measure was the development of a new tensile test specimen. The existing standard was evaluated to be less robust and having a high test effort for continuous fiber reinforced thermoplastics. The newly developed tapered tensile specimen satisfies the requirements of continuous fiber reinforced thermoplastics, proven by an extensive round robin test. Therefore, this new specimen is targeted to be implemented into the existing international tensile test standard. This measure illustrates the expert task force's determination to build a solid basis for the standardization of the material characterization for the group of continuous fiber reinforced thermoplastics.

The expert task force further works on bringing the test plan into a public database, to enable the publishing of material data based on this test plan. Furthermore, the focus is set on the important topics of process simulation and strain rate dependency to approach the automotive sector's needs.

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

emmanuel.akpan@ivw.uni-kl.de

Biobasierte Holzfaser-Verbundwerkstoffe



Emmanuel I. Akpan

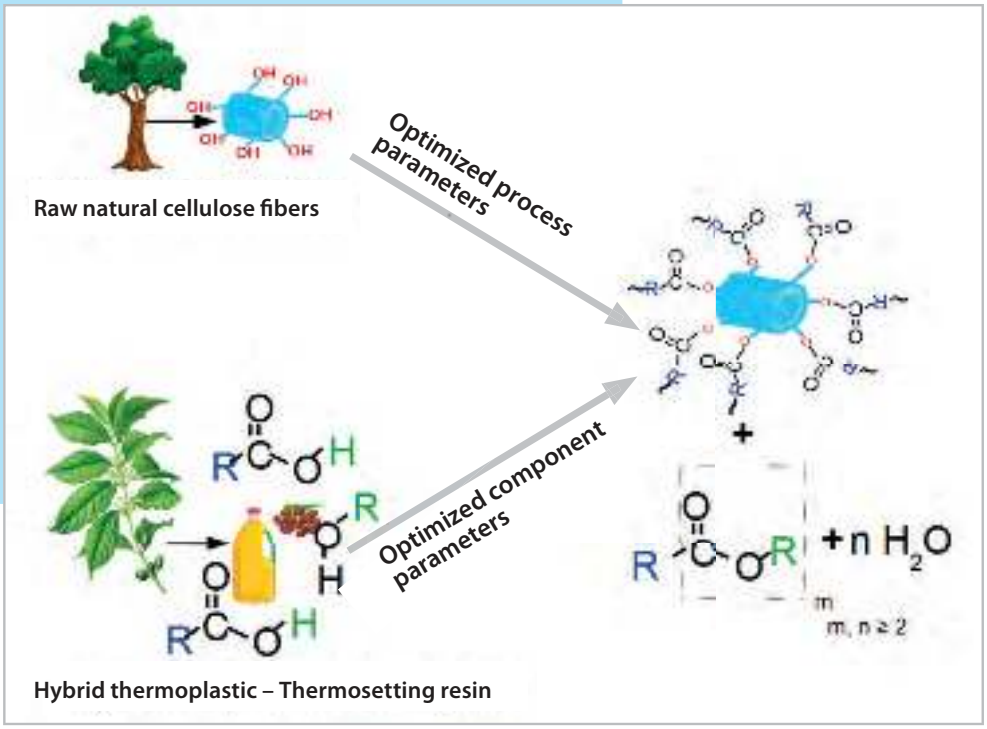
Biobasierte Verbundwerkstoffe in Automobilanwendungen entwickeln sich rasant weiter. Sie bieten u.a. ökologische Nachhaltigkeit, Gewichtseinsparung und ökonomische Vorteile. Dennoch werden viele Automobilteile wie z.B. Unterbodenverkleidungen, Radkästen und Komponenten im Motorraum bis heute noch immer aus glas- und kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen hergestellt. Diese Grundlagenarbeit untersuchte die Verwendbarkeit von vollständig biobasierten Verbundwerkstoffen aus kurzen Holzfasern in einer Duroplast-, Thermoplast- sowie Hybrid-Matrix für bestimmte Automobilanwendungen. Um dafür die Eigenschaftsanforderungen zu erfüllen, wurde der Verarbeitungs- und Parameterraum erforscht und adäquate Verarbeitungstechniken und Komponentenformulierungen erarbeitet. Durch Rationalisierung von Parametern ergaben sich einfache und wirtschaftliche Verarbeitungswege, und die Eigenschaften des entwickelten Werkstoffes übertrafen sogar Verbundwerkstoffe mit langen Naturfasern, insbesondere in Hinsicht auf Wärmeformbeständigkeit und mechanische Eigenschaften für Automobilanwendungen. Aktuelle Arbeiten fokussieren nun auf die Weiterentwicklung der Chemie des Bioharzes, um den Riss- und Bruchwiderstand der Materialien zu steigern und zähigkeitssteigernde Mechanismen zu verstehen.

Durch die effiziente Kombination von Verarbeitungsverfahren und Werkstoff wurden umweltverträgliche bio-basierte Polymer-Verbundwerkstoffe für strukturelle Anwendungen im Automobilbau entwickelt.

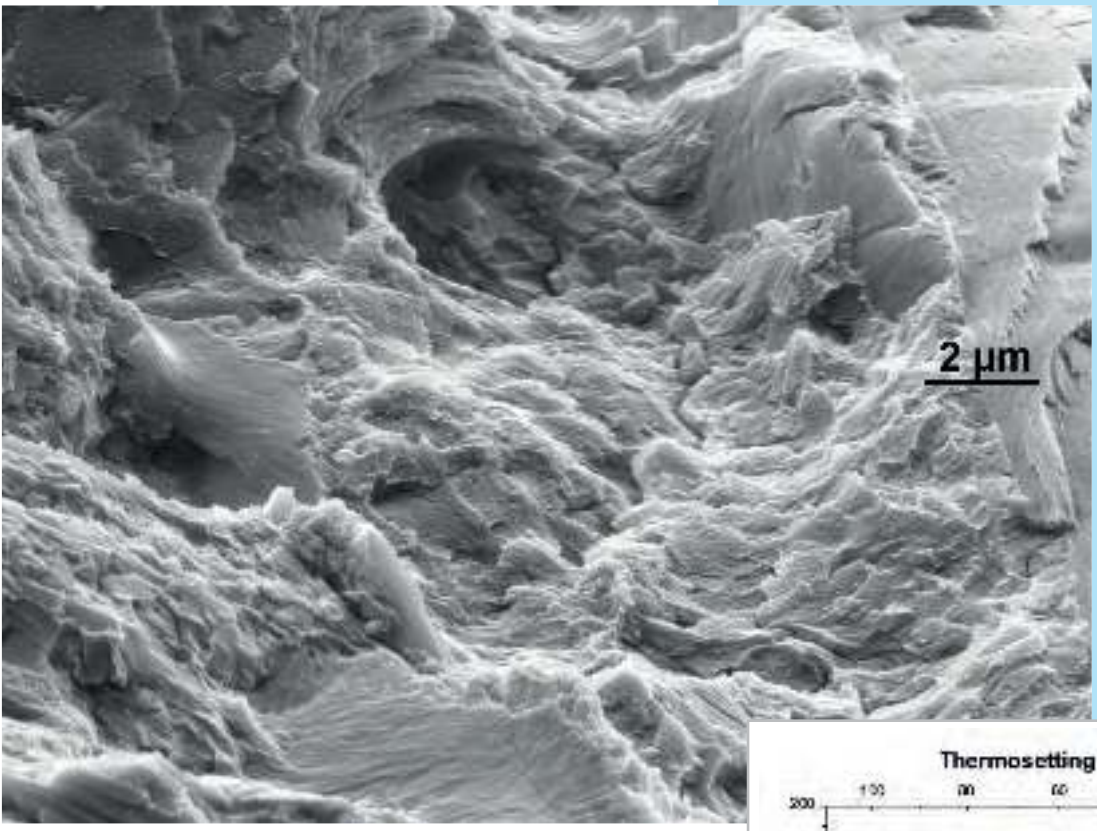
Unterstützt von / Supported by
Alexander von Humboldt
Stiftung/Foundation

Entwicklung eines thermisch stabilen Bio-Verbundwerkstoffs

Developing a thermally stable, bio based composite



Dr. Emmanuel Akpan dankt der Alexander von Humboldt Stiftung für die freundliche Unterstützung.

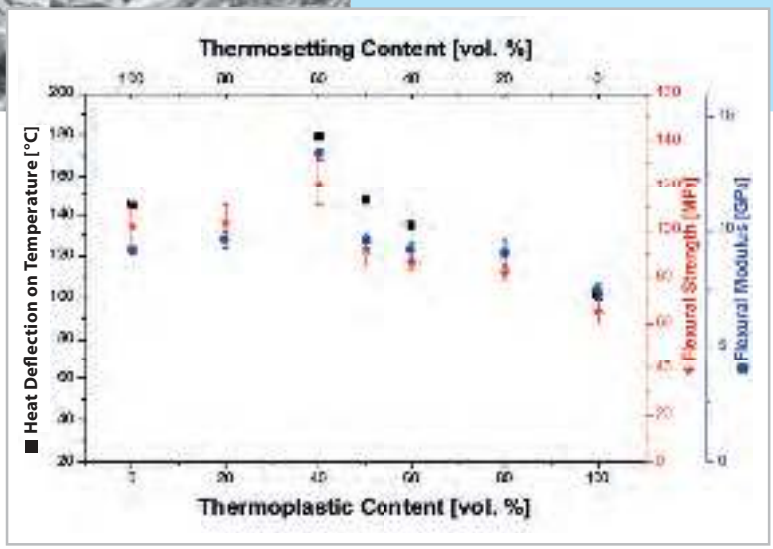


REM-Aufnahme eines bio-basierten Verbundwerkstoffs mit guter Faser-Matrix Anbindung

SEM micrograph showing a bio-based composite with excellent fiber-matrix adhesion

Repräsentative Holz-Composite-Eigenschaften als Funktion des Hybridharz-Duroplastanteils

Representative properties of a wood composite vs. thermosetting content in the matrix



Bio-based composites in automotive applications are evolving rapidly. This can be tied to environmental sustainability, weight saving, and economic advantages. Still many automotive parts such as underbody panels, wheel cases, and under-the-hood components are yet made from conventional glass and carbon fiber reinforced plastics. In this fundamental research project we closely examined the suitability of fully bio-based composite systems based on short wood fibers, thermosetting and thermoplastic resins, and hybrids thereof for specific automotive applications. To fulfill the requirements the processing and component parameter space was explored and adequate processing techniques and component formulations were acquired. Streamlining property dependent variables has given rise to an economically viable and simple processing route that led to properties even superior to those of long natural fiber composites, especially in case of heat deflection temperatures and mechanical properties for automotive applications. In perspective, the current research focuses on the further development of the bio-resins' chemistry in order to increase the crack resistance of the materials, and to understand the corresponding toughening mechanisms.

Through the efficient combination of processing techniques and material, environmentally friendly polymer composites were developed for structural applications in automotive engineering.

Dr. Emmanuel Akpan is grateful for the support of the Alexander von Humboldt Foundation.

Bioinspirierte tribologische Graphen/LCP*– Beschichtungen

xi.shen@ivw.uni-kl.de



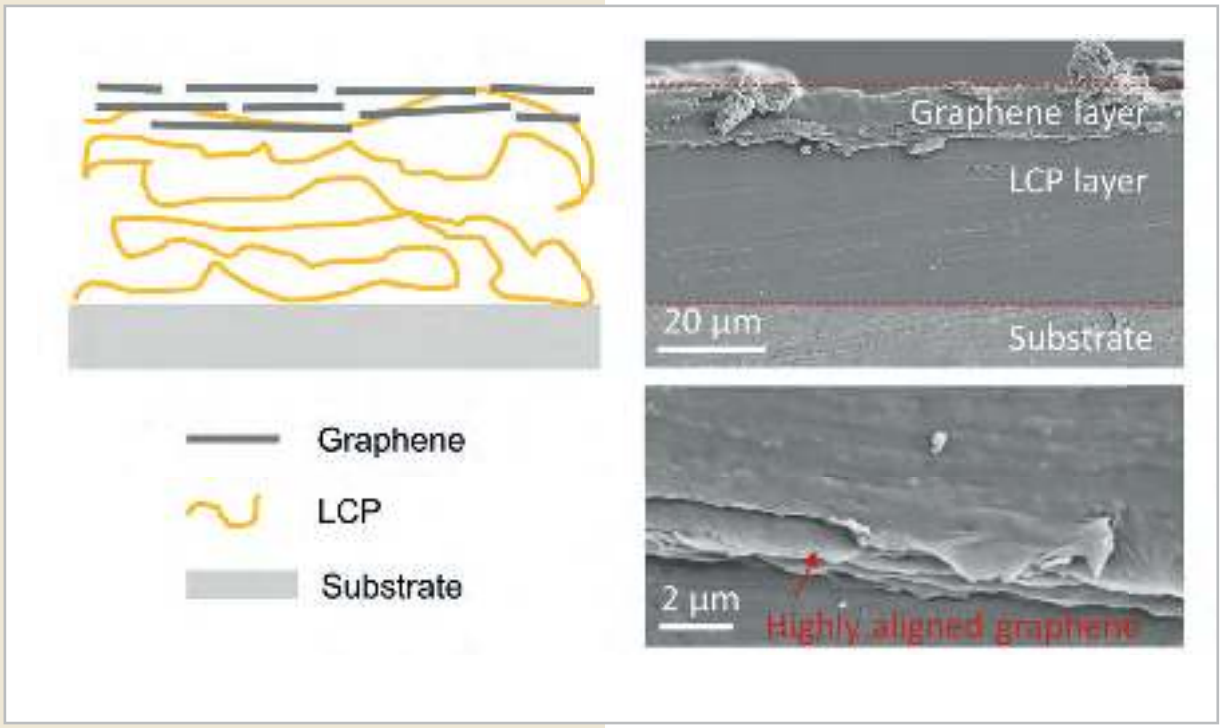
Xi Shen

Ein großer Teil des heutigen Energieverbrauchs fließt in die Überwindung von Reibung in mechanischen Komponenten. Daher ist die Entwicklung neuartiger Werkstoffe mit geringer Reibung und hoher Verschleißresistenz ein wichtiges Forschungsgebiet. In diesem Projekt zeigen wir eine heterogene Graphen/LCP-Beschichtung, die von der Struktur und Funktionalität biologischer Systeme wie Zähne und Haut inspiriert ist. Die hoch ausgerichteten Graphenplättchen in der Oberflächenschicht bieten die notwendige Härte für eine hohe Verschleißresistenz bei gleichzeitig niedrigem Reibungskoeffizienten. Die innere, weichere LCP-Schicht sorgt für strukturelle Integrität und gute Haftung auf dem Untergrund. Beim trockenen Gleiten gegen gehärteten Stahl zeigen die neuartigen bioinspirierten Graphen/LCP-Beschichtungen eine wesentlich geringere spezifische Verschleißrate als reine LCP-Beschichtungen, jedoch einen leicht erhöhten Reibwert. Der geringe Verschleiß der bioinspirierten Graphen/LCP-Nanokomposit-Beschichtung wird auf die höhere Oberflächenhärte und den gleichmäßig auf dem Gleitpartner ausgebildeten Transferfilm zurückgeführt. Die tribologischen Eigenschaften unserer Graphen/LCP-Beschichtung sind vergleichbar mit herkömmlichen PEEK-Verbundwerkstoffen und führen zu vielversprechenden Anwendungen als Gleitlacke in der Automobilindustrie.

Neuartige Graphen/LCP-Verbundwerkstoffe zeigen sehr hohen Verschleißwiderstand und eignen sich daher als Werkstoff für viele tribologische Anwendungen.

Skizze und REM-Aufnahme einer bioinspirierten Graphen/Flüssigkristallpolymer-Nanokomposit-Beschichtung

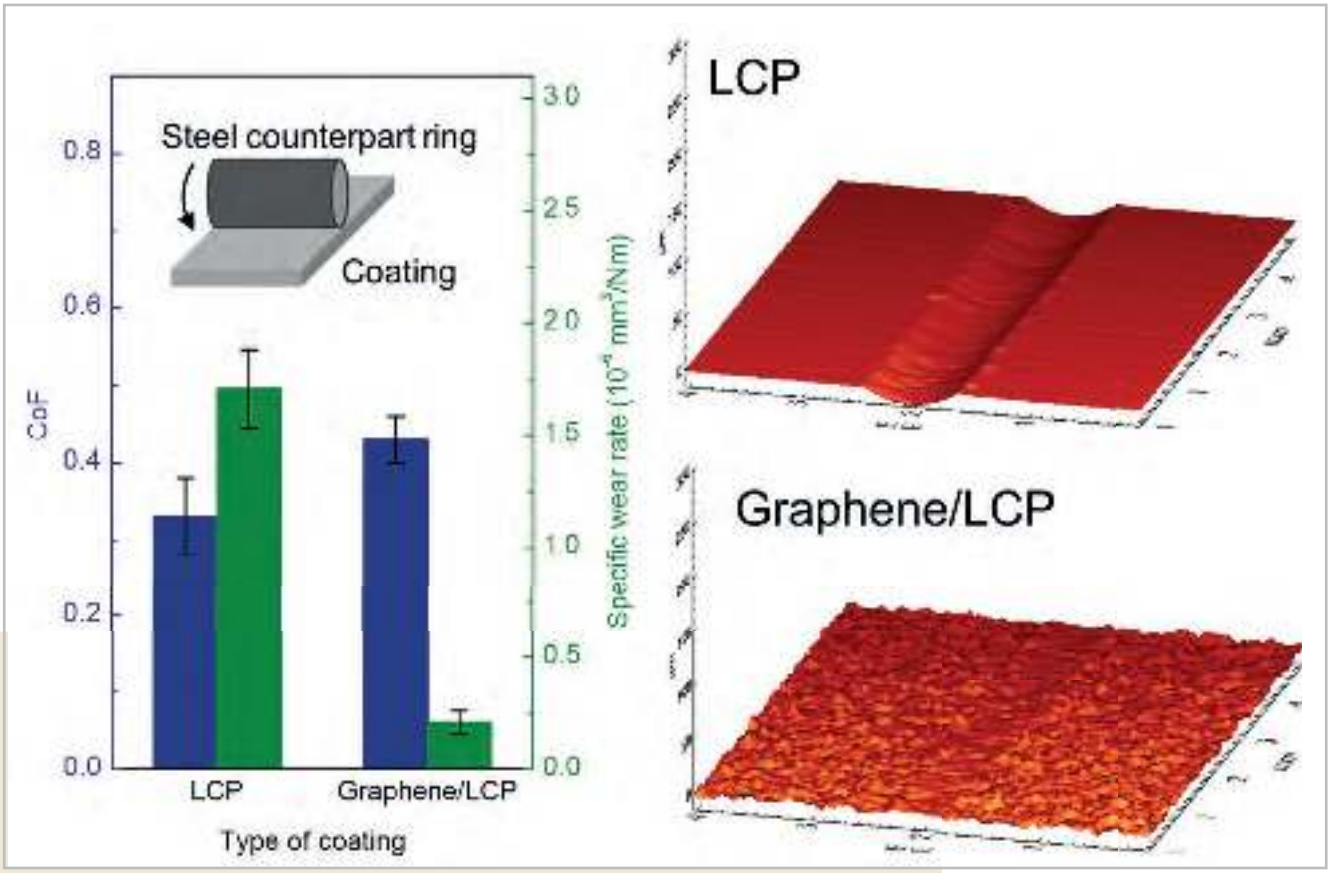
Schematic and SEM images of a bioinspired graphene/LCP nanocomposite coating



*LCP: Flüssigkristalline Polymere; Liquid Crystalline Polymers

Unterstützt von / Supported by
Alexander von Humboldt Stiftung/Foundation

Dr. Xi Shen dankt der Alexander von Humboldt Stiftung für die freundliche Unterstützung und sein Forschungsstipendium.



Vergleich tribologischer Eigenschaften einer LCP- und einer Graphen/LCP-Beschichtung

Comparison of the tribological properties of neat LCP and graphene/LCP coatings

A large portion of today's energy is wasted to overcome friction between mechanical components, which also leads to high wear with reduced durability. Therefore, developing novel materials with low friction and high wear resistance has been an important research area. In this project, we demonstrate a heterogeneous graphene/liquid crystalline polymer (LCP) coating inspired by the structure and functionality of biological systems such as teeth and skin. The highly aligned graphene sheets in the surface layer provide the hardness required for high wear resistance while maintaining a low friction coefficient. The inner softer LCP layer ensures structural integrity and good adhesion to the substrate. In dry sliding against hardened steel, the novel bioinspired graphene/LCP coatings reveal a much lower specific wear rate than neat LCP coatings, albeit exhibiting a slightly increased coefficient of friction. The low wear of the bioinspired graphene/LCP nanocomposite coating is attributed to the increased surface hardness and the uniform transfer film formed on the counterpart. The tribological performance of our graphene/LCP coating is comparable to conventional PEEK composites, leading to promising applications as bearing coatings in the automotive industry.

Novel graphene/LCP composites show extremely high wear resistance and are therefore suitable as a material for many tribological applications.

Dr. Xi Shen is grateful for the research fellowship and support of the Alexander von Humboldt Foundation.

bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de

Biomimetische Hybridwerkstoffe – Von Nagetierzähnen lernen



Bernd Wetzel

Zähne sind das am höchsten mineralisierte und härteste bisher bekannte Gewebe in Säugetieren. Ihre außerordentlichen mechanischen Eigenschaften ergeben sich aus der besonderen hierarchischen Anordnung von Bioapatit-Kristallen. Damit sorgt die Evolution für eine nahezu perfekte Anpassung der Lebewesen an ihre Umwelt, und auch die Technik kann von diesen Adaptionstrategien lernen und profitieren. Zähne von Nagetieren wie Wühlmaus, Murmeltier und Biber sind durch den Kontakt mit abrasiven Materialien in der Nahrung oder durch das Bearbeiten von Holz (Biber) stark verschleißbeansprucht. Ein grundlegendes Gestaltungsprinzip von Zähnen liegt darin, ein sehr hartes Material an der Zahnoberfläche (Enamel) mit einem sehr gut angebundenen, zäheren Trägerwerkstoff (Dentin) zu kombinieren, in den Lasten eingeleitet werden. Der Härteunterschied liegt bei einem Faktor von ca. 5 bis 7. Der Aufbau verleiht dem Hybridwerkstoff gleichzeitig hohe Verschleißresistenz und Schadenstoleranz. Diesem Wirkprinzip folgend hat das IVW einen neuartigen, biomimetischen Hybridwerkstoff entwickelt. Mikrometerdünnes (50 µm) hartes Glas wurde mit dem Trägerwerkstoff Polybenzimidazol (PBI) kombiniert, einem der derzeit leistungsfähigsten Polymere mit exzellenten mechanischen Eigenschaften und bereits sehr hoher Verschleißresistenz. Kann das harte Glas die Verschleißresistenz von PBI weiter verbessern? Geprüft wurden die hergestellten Glas/PBI-Proben im Vergleich zu reinem PBI und Glas unter abrasiver Trockenreibung gegen Schleifpapiere mit harten SiC-Partikeln unterschiedlicher Körnung. Das Hybridmaterial erreichte bei einem Glasanteil (in der Kontaktfläche) von nur ca. 3 Vol.% eine Reduktion des Verschleißes um über 30 %, was auf eine synergetische Wirkung hindeutet. Für ein derartig tribologisch beanspruchtes Bauteil würde der Einsatz dieses Hybridwerkstoffes eine entsprechende Verlängerung der Standzeit erreichen – gelernt von einem Gestaltungsprinzip der Nagetierzähne.

Ziel war die Entwicklung eines Hybridwerkstoffes mit hoher Resistenz gegen abrasiven Verschleiß nach dem Vorbild von Nagetierzähnen.

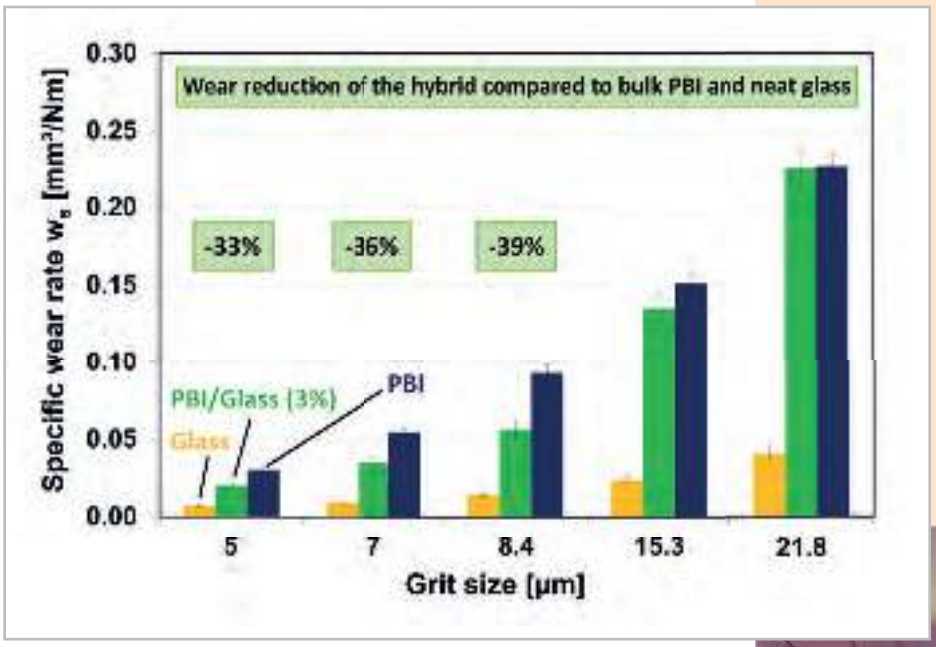
Der Werkstoff entstand im Rahmen der Masterarbeit von Tobias Kleckel

The material was developed in the context of Tobias Kleckel's master thesis



Hybridwerkstoff aus Polybenzimidazol (PBI) und einer Deckschicht aus Mikroglasfolie

Hybrid material of polybenzimidazole (PBI) and a top layer of microglass film



Wesentliche Reduktion der spezifischen Verschleißrate von PBI durch Kombination mit einer harten Deckschicht aus Mikroglasfolie

Significant reduction of the specific wear rate of PBI by combination with a hard top layer of microglass film



Murmeltier mit Schneidezähnen

Marmot with incisors

Teeth are the most mineralized and hardest tissue so far known in mammals. Their extraordinary mechanical properties result from the special hierarchical arrangement of bioapatite crystals. Evolution provides for a nearly perfect adaption of living organisms to the environment, and technology may also learn and benefit from these adaption strategies. Due to the contact with abrasive media in food or the processing of wood (e.g. beaver) the teeth of voles, marmots, beavers, and other rodents are strongly subjected to wear. A fundamental design principle of teeth is to place a very hard material (enamel) at the tooth surface and to combine it with a well bonded and tougher core material (dentin), to which the loads are transferred. The hardness between both materials differs by a factor of 5 to 7. This structure provides a hybrid material with high wear resistance and damage tolerance at the same time. By following this functional principle IVW has developed an innovative biomimetic hybrid material. A hard glass film, only microns (50 µm) thin, was combined with a polymeric core material polybenzimidazole (PBI). PBI is currently one of the highest performing polymers with excellent mechanical properties and already very high wear resistance. Can the hard glass improve the wear resistance of PBI further? The manufactured glass/PBI specimens were tested under dry abrasive friction conditions against abrasive paper containing hard SiC particles and compared to the data of bulk PBI and the neat glass. It turned out that the hybrid with a glass amount of only ca. 3 vol.% achieved a wear reduction of more than 30%, which indicates a synergistic effect. The service life of such loaded parts made from hybrid material would be equivalently extended – as learned from a design principle of rodent teeth.

The aim was the development of a hybrid material with high resistance against abrasive wear according to the model of rodent teeth.

david.may@ivw.uni-kl.de

CFK-Halbzeuge für die Herstellung eines CFC-Radiallüfters



David May

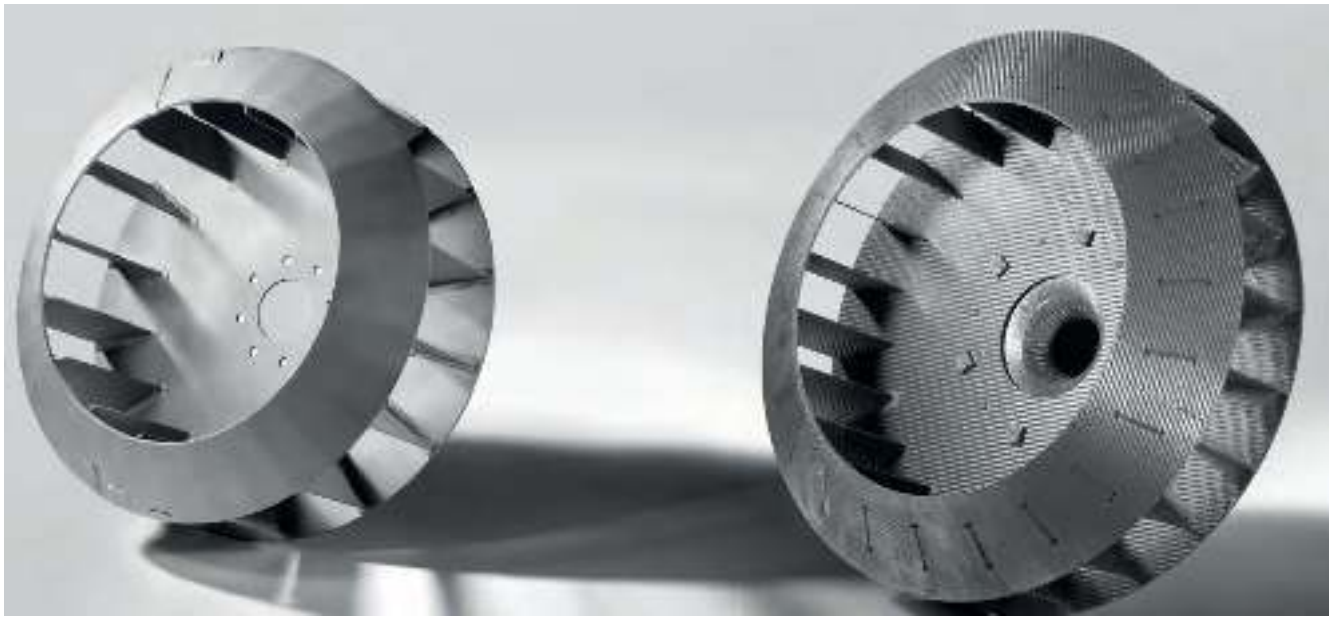
Die Schunk Kohlenstofftechnik GmbH hat es sich zum Ziel gesetzt aerodynamisch optimierte, hochtemperaturbeständige Radiallüfter aus kohlenstofffaserverstärktem Kohlenstoff (CFC) zur Luftumwälzung in Industrieöfen zu entwickeln. Radiallüfter in konventioneller Metallbauweise verspröden und kriechen bei den hohen Einsatztemperaturen, was zu Verschleiß führt. Die CFC-Radiallüfter sollen auch bei Temperaturen von 1200 °C und Umfangsgeschwindigkeiten bis 180 m/s formstabil sein und so eine längere Lebensdauer ermöglichen. Für die Herstellung der CFC-Bauteile ist zunächst als Vorstufe ein endkonturnahes CFK-Bauteil erforderlich. In diesem Zusammenhang wurde das IVW damit beauftragt, einen effizienten und robusten RTM-Prozess inklusive Werkzeugkonstruktion und Demonstratorherstellung für das CFK-Bauteil zu entwickeln. Eine besondere Herausforderung besteht hierbei in der vor allem nach aerodynamischen Gesichtspunkten ausgelegten Geometrie aus einer Vielzahl geschwungener Schaufeln. Diese erfordert das Design eines mehrteiligen Werkzeuges sowie eine ausgeklügelte Methodik für die Werkzeugbestückung und Bauteilentformung. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, greift das IVW auf seine Kompetenzen bei der Charakterisierung der Verarbeitungseigenschaften textiler Halbzeuge und der numerischen Füllsimulation zurück.

Das IVW entwickelt einen RTM-Prozess als Teil einer Prozesskette zur Herstellung geometrisch komplexer CFC-Radiallüfter.

Projektpartner / *Partner:*
Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

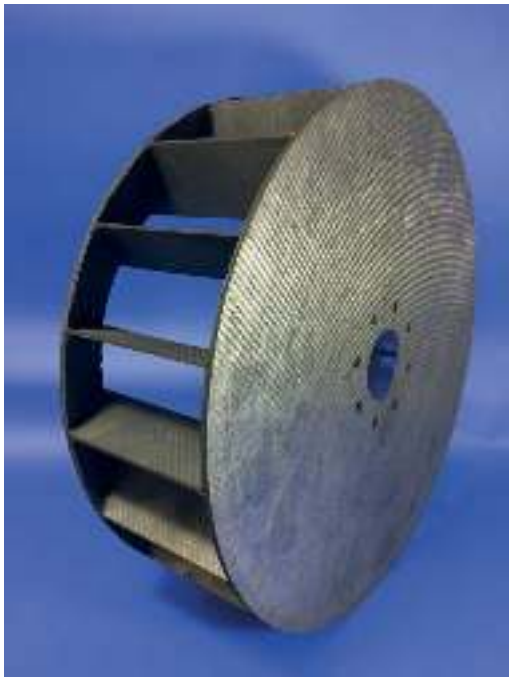
Konventionelle Stahlbauweise des Radiallüfters (links) und CFC-Lüfter in der aktuellen Bauart (rechts)

Conventional steel radial fan (left) and current design of the CFC-radial fan (right)



© Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

Wir danken der Schunk Kohlenstofftechnik GmbH für das in uns gesetzte Vertrauen und die angenehme Kooperation.





Aktuelle CFC-Protoypen der Schunk Kohlenstofftechnik GmbH, hergestellt im Vakuum-infusionsverfahren (rechts)

Current CFC prototypes of Schunk Kohlenstofftechnik GmbH, manufactured via vacuum infusion

© Schunk Kohlenstofftechnik GmbH



Im Fokus des Projekts –
das neue aerodynamisch optimierte Design für den CFC-Lüfter

Within the project focus –
the new aerodynamically optimized design for the CFC-radial fan

Schunk Kohlenstofftechnik GmbH is engaged in the development of aerodynamically optimized and highly temperature-stable radial fans for air circulation in industrial ovens, made of carbon fiber reinforced carbon (CFC). Conventional metal radial fans tend to embrittle and creep at the high operating temperatures, leading to wear. The CFC-fans, however, are intended to be form stable up to 1200°C and at circumferential speeds of 180 m/s, leading to an increased life time. For the manufacturing of the CFC-fans firstly a near-net shape CFRP part is required as a precursor. In this context IVW has been given the task to develop an efficient and robust RTM-process for the manufacturing of the CFRP parts, including tool design and demonstrator manufacturing. Hereby, the aerodynamically optimized design based on numerous arched blades is particularly challenging. It requires a multi-part tool as well as a proper method for tool-loading and de-molding. To face these challenges, IVW makes use of its competencies regarding the characterization of the processing behavior of textiles and numerical filling simulation.

IVW develops an RTM process as part of a process chain for the manufacturing of geometrically complex CFC-radial fans.

We would like to thank Schunk Kohlenstofftechnik GmbH for their confidence in us and the pleasant cooperation.

tobias.donhauser@ivw.uni-kl.de

CrashOpt – Entwicklung eines Werkstoffmodells



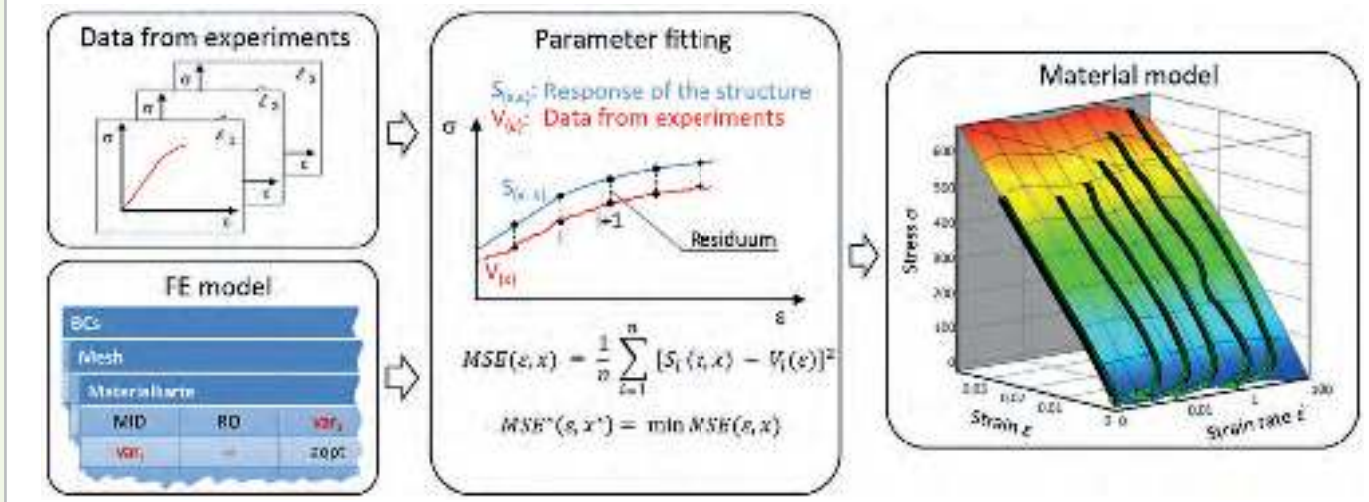
Tobias Donhauser

Strukturoptimierungsverfahren für mechanisch lineare Problemstellungen sind sehr leistungsfähig und haben sich in den letzten Jahren in den Entwicklungsprozessen mechanischer Strukturen etabliert. Die Formfindung und die Suche nach möglichst guten Anordnungen von Strukturelementen zeigen hierbei ein besonders großes Potenzial und werden für die Konstruktion und Auslegung von Bauteilen aus isotropen Werkstoffen vielfach eingesetzt. Die Anwendung dieser Verfahren bei Konstruktionen aus Faser-Kunststoff-Verbunden erweist sich jedoch als deutlich schwieriger. Dies wird insbesondere bei der Optimierung von crashbelasteten Strukturen sichtbar. Die hier auftretenden Nichtlinearitäten (nichtlineares Werkstoffmodell, Kontaktphänomene, große Verformungen) sorgen dafür, dass auch die Strukturantworten hochgradig nichtlinear sind. Bei der Optimierung mit Faser-Kunststoff-Verbunden kommt neben den beschriebenen Nichtlinearitäten noch die große Unsicherheit hinsichtlich des Werkstoffmodells hinzu.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wird daher ein Werkstoffmodell für unidirektionale endlosfaserverstärkte thermoplastische Kunststoffe entwickelt werden. Dieses wird insbesondere für die Berechnung von crashbelasteten Strukturen geeignet und mit Verfahren der numerischen Strukturoptimierung anwendbar sein.

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

Projektpartner / *Partner:*
Bergische Universität Wuppertal
Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik
Lehrstuhl für Optimierung mechanischer Strukturen

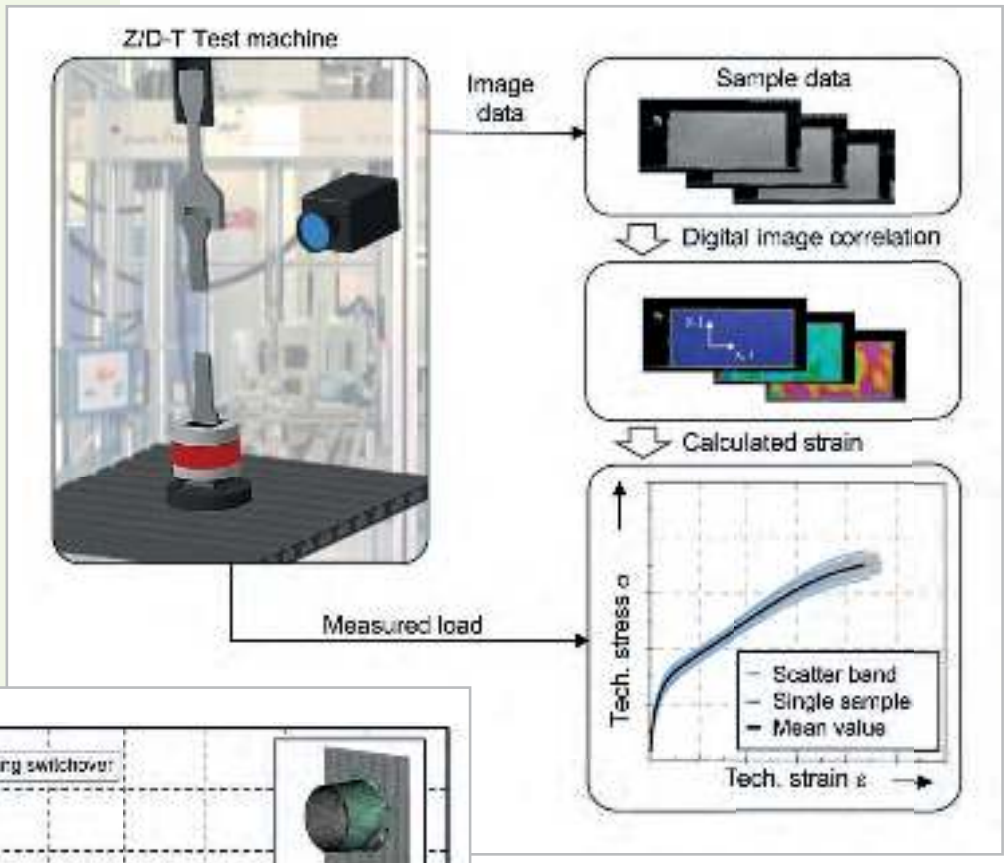


Prozess zur systematischen Anpassung von Werkstoffmodellparametern an entsprechende Versuchsdaten

Process for the systematic adaptation of material model parameters to corresponding experimental data

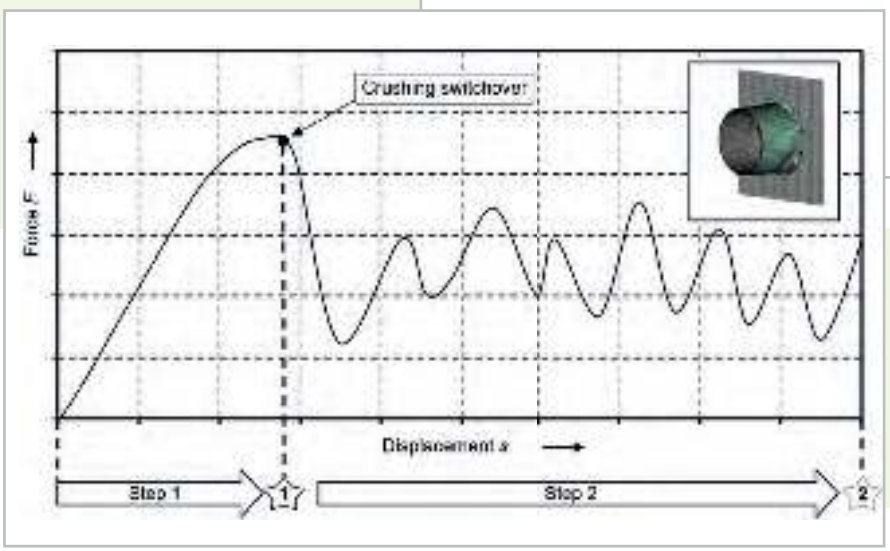
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

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



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

Determination of non-linear material parameters using a tension/compression-torsion (Z/D-T) testing machine and digital image correlation



Darstellung der verschiedenen Entwicklungsstufen eines Werkstoffmodells am Beispiel eines axialen Crashs an einem Rohr

Illustration of the different development stages of a material model using an axial crash of a tube as example

Structural optimization methods for mechanically linear problems are very efficient and have become established in the development processes of mechanical structures in recent years. The automated estimation of the geometry and the best possible arrangements of structural elements show a particularly great potential. These methods are widely used for the construction and design of components made of isotropic materials. The application of these methods in fiber reinforced composite structures, however, proves to be much more difficult. This is most evident in the optimization of crash-loaded structures. The occuring non-linearities (non-linear material model, contact phenomena, large deformations) cause the structural responses also to be highly nonlinear. An additional factor is the great uncertainty regarding the material model during an optimization process with fiber reinforced composites.

A material model for unidirectional and continuous fiber reinforced thermoplastics will be developed in this research project which will be particularly suitable for the calculation of crash-loaded structures and applicable with numerical structure optimization methods.

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 the German Research Foundation (DFG funding reference SCHM 2726/4-1*).*

mark.kopietz@ivw.uni-kl.de

Dauerhaftigkeit von Faserverbundwerkstoffen in Beton



Mark Kopietz

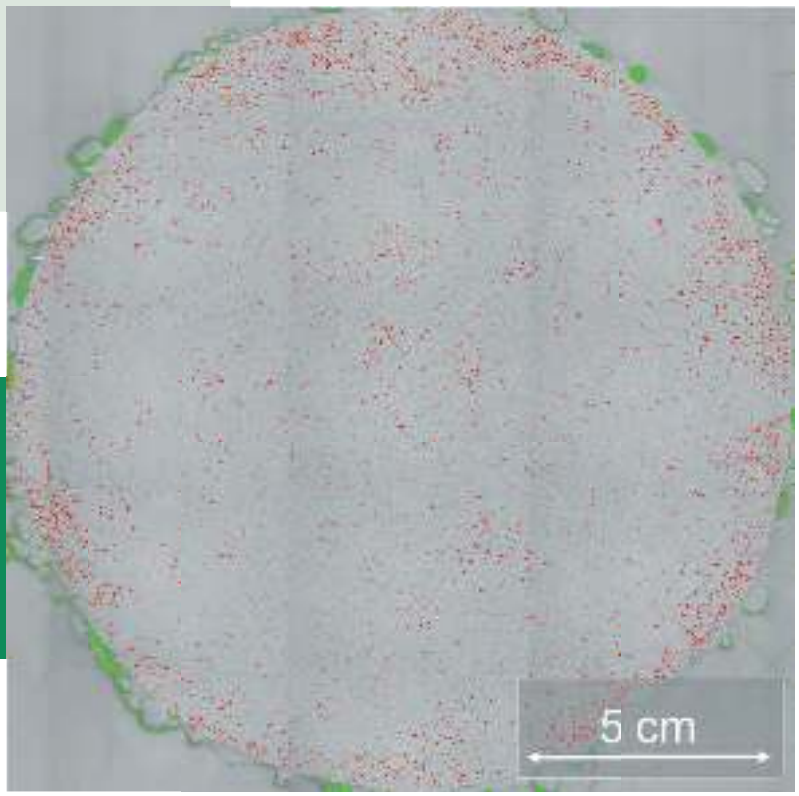
Lasttragende Betonbauteile werden aufgrund ihrer geringen Zug- und Biegefestigkeiten konventionell mit Bewehrungsstahl armiert. Aggressive Umwelteinflüsse (Feuchtigkeit, Temperatur, Luft- und Wasserverschmutzungen) führen jedoch zur Destruktion und treiben den Einsatz und die Entwicklung von Alternativen voran. Vermehrt finden im Massivbauwesen faserverstärkte Kunststoffe (FVK) Einsatz als Alternative zu korrosionsbelasteten Stahlarmierungen. Im Mittelpunkt stehen dabei pultrudierte, unidirektional endlosfaserverstärkte Stäbe aus Glas- oder Basaltfasern. Diese bestechen durch hohe Zugfestigkeiten bei geringem Gewicht sowie dauerhafte Korrosions- und Alkalibeständigkeit. Im Rahmen von Zulassungsverfahren für das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) beschäftigt sich das IVW – in enger Kooperation mit dem Fachbereich Bauingenieurwesen (Massivbau und Baukonstruktion) der TU Kaiserslautern – mit den Auswirkungen durch mediale Einflüsse auf entsprechende FKV, insbesondere durch Auslagerung in künstlicher, stark alkalischer Betonporenlösung (pH ≥ 13,7). Explizit werden dabei das (bruch-)mechanische Verhalten, Schädigungsmechanismen sowie die Morphologie nach Medieneinfluss betrachtet.

Vermehrt finden glas- oder basaltfaserverstärkte Stäbe Einsatz als lasttragende Armierungsstrukturen im Betonmassivbau. Das IVW beschäftigt sich dabei gemeinsam mit den industriellen und universitären Partnern mit der Dauerhaftigkeit dieser Werkstoffe nach medialem Einfluss.

Projektpartner / *Partners:*

H-BAU Technik GmbH

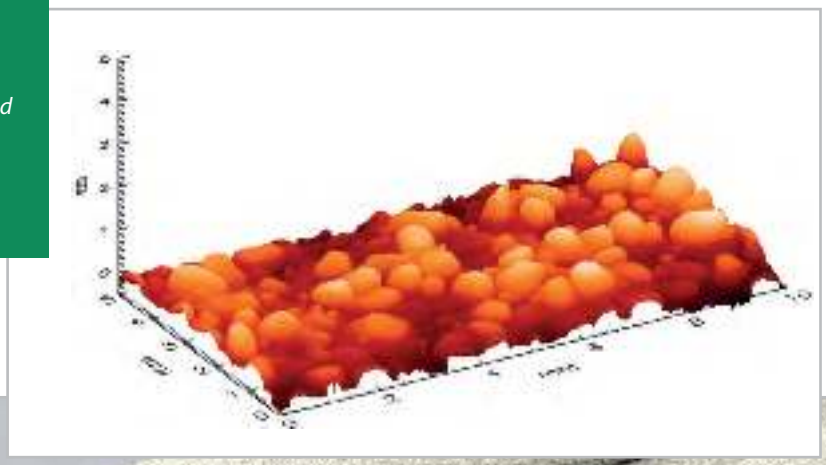
TU Kaiserslautern
Fachbereich Bauingenieurwesen
Prof. Dr.-Ing. Matthias Pahn
(Massivbau und Baukonstruktion)



Ausschnitt eines Querschnittschliffes zur Detektion von Faser- und Porengehalt mittels Grauwertanalyse

Segment of a polished profile to detect fiber and pore content via grey-scale analytics

Wir danken der Firma H-BAU Technik GmbH sowie dem Fachbereich Bauingenieurwesen (Massivbau und Baukonstruktion) der TU Kaiserslautern für die angenehme und produktive Zusammenarbeit.



Oberflächenmorphologie eines äußerlich besandeten GFK-Stabes durch Weißlichtprofilometrie

Surface morphology of an externally sanded GFRP bar via white light profilometry



© H-Bau Technik GmbH

GFK-Bewehrungsstab FIBERNOX V-ROD®
in unterschiedlichen Durchmessern (6–32 mm)

GFRP rebar FIBERNOX V-ROD®
in different diameters (6–32 mm)

Load-carrying concrete structures are conventionally reinforced by steel because of their low tensile and flexural strength. Aggressive environmental impacts (e.g. moisture, temperature, air and water pollution) lead to destruction and are pushing the application and development of substitutes. Fiber reinforced plastics (FRP) are increasingly used in concrete constructions as substitution for corrosive steel reinforcements. Thereby pultruded, unidirectional endless fiber reinforced bars, made from AR or ECR glass or basalt fibers are in the focus. These bars impress with their high tensile strength at low weight as well as their durable corrosion and alkali resistance. In the context of authorization procedures for the Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt), IVW, in close cooperation with the Department of Civil Engineering of TU Kaiserslautern, addresses the effects of media impacts on relevant FRP, especially by storing FRP bars in a synthetic, strongly alkaline solution (pH ≥ 13.7). Explicitly (fracture) mechanical behavior, damage mechanisms, and morphology after media impact are investigated.

Glass and basalt fiber reinforced bars are increasingly applied as load carrying reinforcements in concrete structures. Together with industrial and scientific partners, IVW is exploring the durability of these materials after media impact.

We would like to thank H-BAU Technik GmbH and the Department of Civil Engineering of TU Kaiserslautern for the pleasant and fruitful cooperation.

bjoern.willenbacher@ivw.uni-kl.de

Dickenpermeabilität von Verstärkungsstrukturen



Björn Willenbacher

Für die schnelle und wirtschaftliche Produktion von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbunden eignen sich besonders die Harzinjektionsverfahren. Dies gilt insbesondere für moderne Prozessvarianten der Dickenimprägnierung, wie das Compression Resin Transfer Molding. Hierbei ist für eine korrekte Prozessauslegung das Wissen über das Materialverhalten bei einer Imprägnierung in Dickenrichtung besonderes relevant. In einem gemeinschaftlich von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Schweizerischen Nationalfonds geförderten Kooperationsprojekt des IVW mit der ETH Zürich wird daher ein numerischer Ansatz verfolgt, um das Materialverhalten detaillierter zu beschreiben. Dafür werden als Inputparameter die Dickenpermeabilität ohne hydrodynamische Kompaktierung, der Kapillardruck in Dickenrichtung sowie das Kompaktierungsverhalten benötigt. Hierzu wurde am IVW ein neuartiges System zur Messung des Kapillardrucks von Textilien in Dickenrichtung aufgebaut. Weiterhin dient ein neu am IVW entwickeltes Messsystem zum Aufzeichnen der Fließfront, der Gesamtkompaktierung sowie Verschiebungen von Einzellagen bei einer Dickenimprägnierung zum Validieren der Simulation.

Im Projekt werden Grundlagenkenntnisse über das Imprägnierverhalten von Verstärkungstextilien gewonnen, die für die effizientere Gestaltung von Harzinjektionsverfahren anwendbar sind.

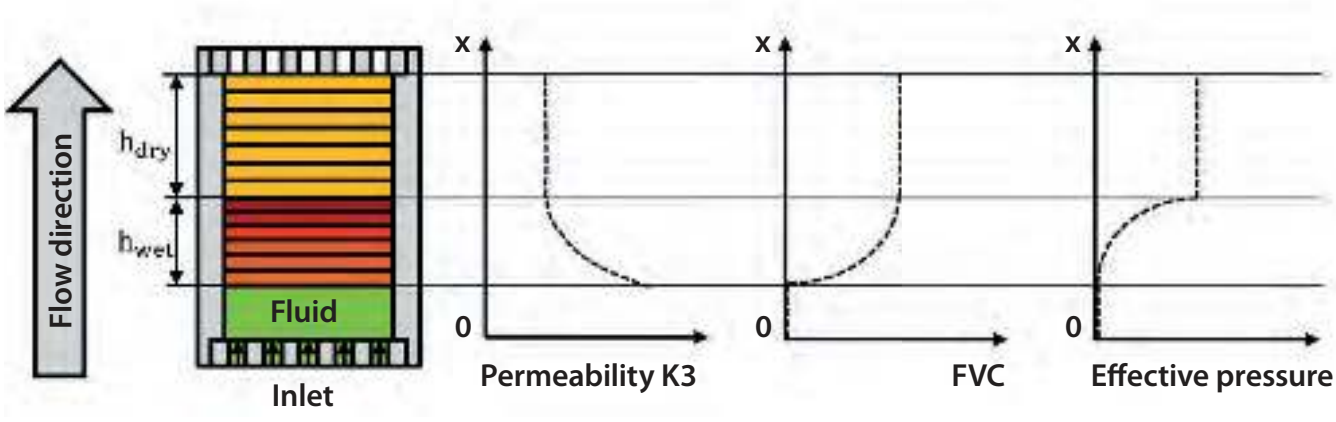
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

ETH zürich

FNSNF Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

Hydrodynamische Kompaktierungseffekte bei einer Imprägnierung in Dickenrichtung

Hydrodynamic compaction effects during an injection in out-of-plane direction



Das Projekt „Messung und Modellbildung der ungesättigten Dickenpermeabilität von Verstärkungsstrukturen“ wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)(Förderkennzeichen Mi 647/31-1) und den Schweizerischen Nationalfonds (SNF) (Förderkennzeichen 2-77114-16) gefördert.

Liquid composite molding is a suitable technique for rapid and economical production of components made of fiber reinforced plastics. Methods which impregnate fibers in out-of-plane direction, such as compression resin transfer molding, are commonly used for large serial productions in the automotive industry. For an accurate design of those processes, the knowledge about the exact textile behavior is necessary. IVW, in a cooperation project with the CMASLab at ETH Zürich, aims at the design of a numerical model to describe textiles behaviors in more detail. As input parameters the permeability in out-of-plane direction without hydrodynamic compaction, the capillary pressure in out-of-plane direction, and the compaction behavior of textiles are needed. Therefore, a measurement system to determine the capillary pressure in out-of-plane direction was designed. Furthermore, another measurement system, developed at IVW, will track the flow front, the total compaction, and the displacements of individual layers in order to validate the simulation. The project is supported by Deutsche Forschungsgemeinschaft and Schweizerischer Nationalfonds.

In this project fundamental knowledge about the impregnation behaviors of reinforcement textiles will be gained, which can then be used to design a more efficient resin injection process.



Detailansicht des neuen Dickenpermeabilitätsmesssystems

Detailed view of the novel out-of-plane permeability measurement system



CAD-Modell des neuen, ungesättigt messenden Dickenpermeabilitätsmesssystems; das Messsystem ist dazu in der Lage die Fließfront, die Gesamtkompaktierung, die Druckdifferenz zwischen Ein- und Auslass sowie Verschiebungen von Einzellagen aufzuzeichnen

CAD-model of the novel unsaturated measuring out-of-plane permeability measurement system; the measurement system is able to track the flow front, the total compaction, the pressure difference between in- and outlet, and the displacement of selected layers

The project "Measurement and Modeling of Unsaturated Out-of-Plane Permeability of Engineering Textiles" is supported by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (funding reference Mi 647/31-1) and Schweizerischer Nationalfonds (SNF) (funding reference 2-77114-16).

ulrich.blass@ivw.uni-kl.de

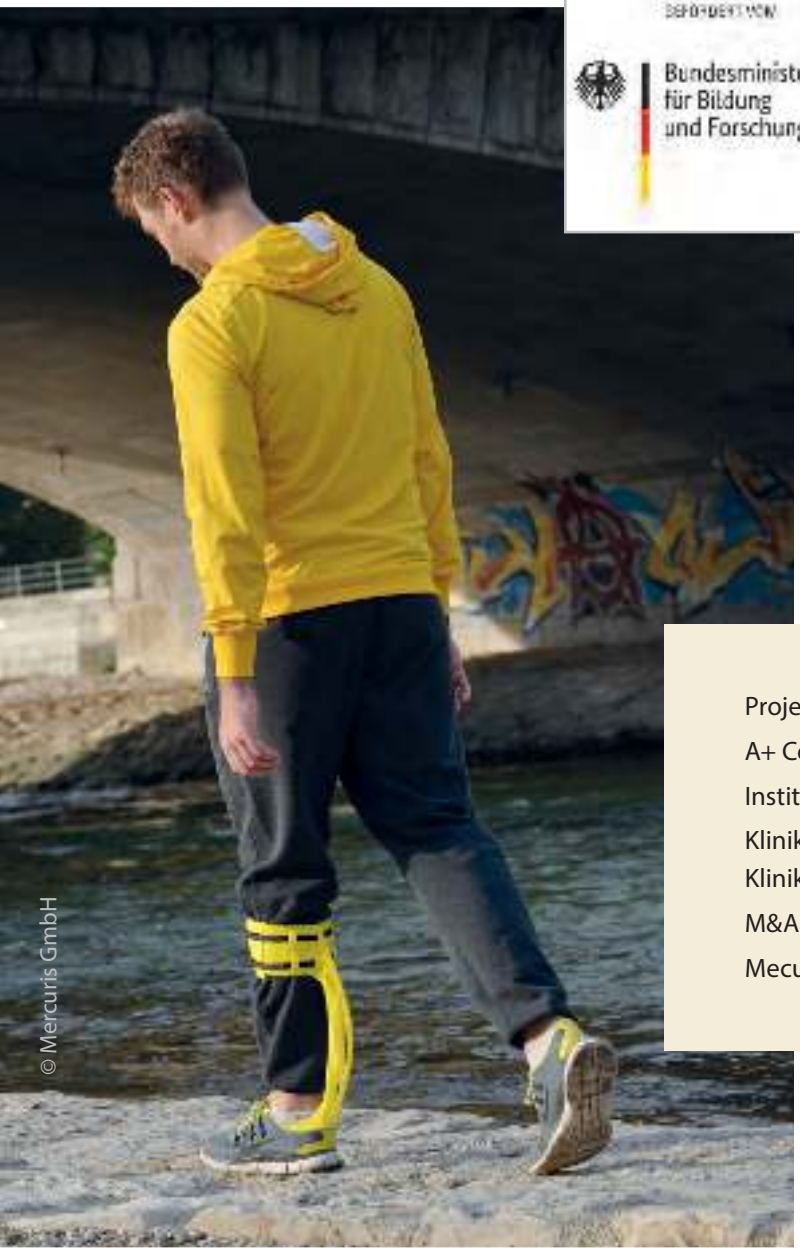
3DPrint2Fiber – Strukturoptimierte 3D-Druck Orthesen



Ulrich Blass

Unterschenkel-Orthesen unterstützen Menschen mit einer Fußhebeschwäche beim Laufen. Bei der bisherigen Herstellung solcher Orthesen wird zunächst ein Gipsabdruck vom Fuß des Patienten gemacht. Anschließend wird auf Basis dieses Abdrucks eine Orthese von Hand laminiert und im Autoklaven ausgehärtet. Der gesamte Prozess ist nicht nur teuer und zeitaufwändig, sondern lässt auch nur eine geringe Nachbearbeitung und nachträgliche Anpassung an den Patienten zu. Um eine schnellere und effizientere Patientenversorgung zu erreichen, wird im Rahmen des Projektes die gesamte Prozesskette der Orthesen-Herstellung neu aufgezogen. Hierzu wird der Fuß des Patienten mittels eines mobilen Scanners vor Ort aufgenommen. Anhand des 3D Modells des Fußes wird eine individuelle Orthese am PC designt, die an die Anforderungen und persönlichen Wünsche des Patienten angepasst ist. Anschließend wird die Orthese mit einem Rapid Manufacturing Verfahren (3D Druck) produziert. Da die mechanischen Eigenschaften von 3D Druck Materialien meist nicht ausreichend sind, wird die Orthese vor Ort zusätzlich durch thermoplastische Fasertapes individuell für den Patienten verstärkt.

Das Ziel von 3DPrint2Fiber ist die schnelle und individuelle Fertigung von Unterschenkel-Orthesen mit einer Anpassbarkeit vor Ort und einer lastpfadgerechten Faserunterstützung.



© Mercuris GmbH

Projektpartner / *Partners:*

A+ Composites GmbH

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Klinik für Allgemeine-, Unfall und Wiederherstellungschirurgie, Klinikum der Uni München (LMU)

M&A Dieterle GmbH Maschinen- und Apparatebau

Mecuris GmbH

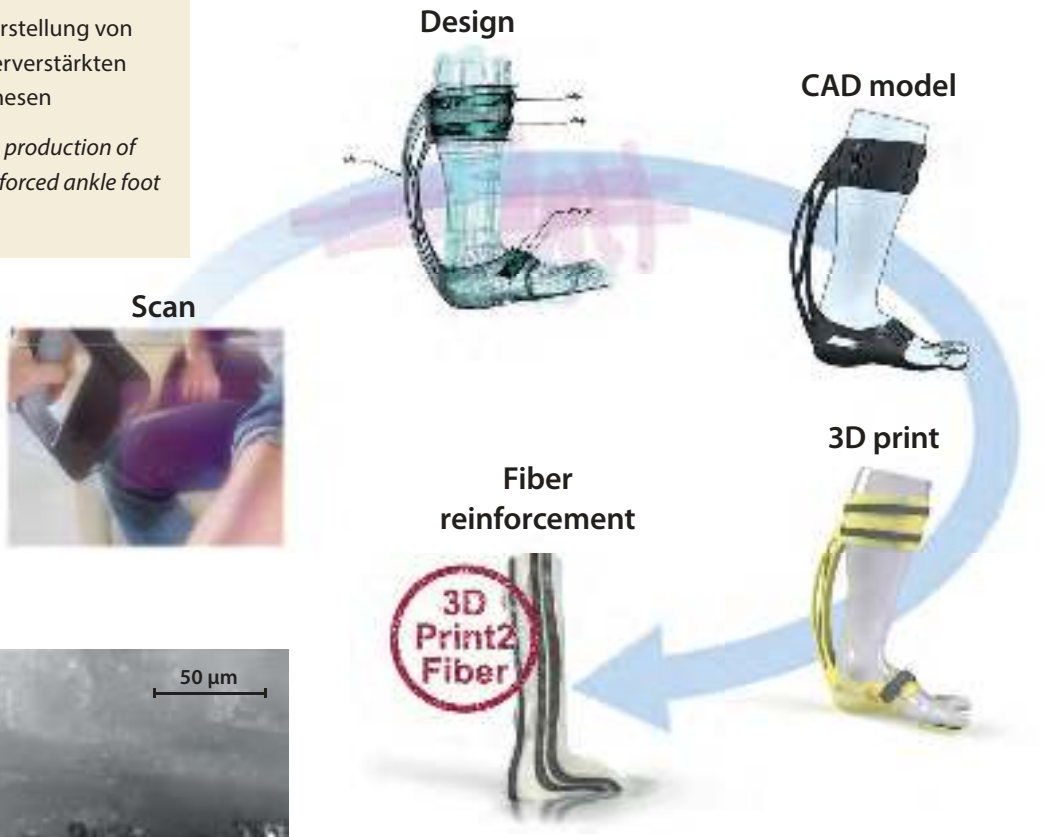
Unterschenkel-Orthese unterstützt beim Laufen

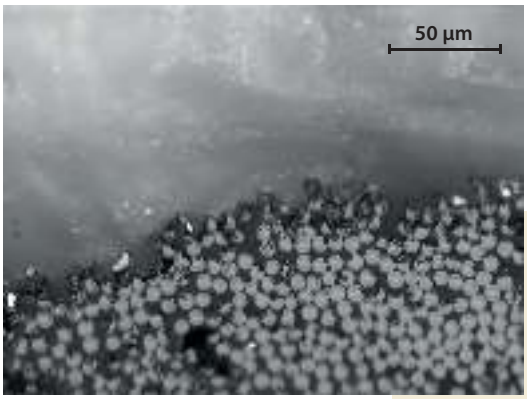
Ankle foot orthosis supports walking

Das Projekt „3DPrint2Fiber – Entwicklung eines Hybridverfahrens zur Herstellung von personalisierten und strukturell optimierten 3D-Druck Orthesen vor Ort“ wird im Rahmen des „KMU-innovativ“ Programms vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (Förderkennzeichen 13GW0196).

Prozesskette zur Herstellung von 3D gedruckten, faserverstärkten Unterschenkel-Orthesen

Process chain for the production of 3D printed, fiber reinforced ankle foot orthoses





Schliffbild zur Untersuchung der Anhaftung der Faser-Tapes auf dem 3D Druckmaterial

Microsection to investigate the adhesion of the fiber tapes to the 3D printed material

Ankle foot orthoses support people with a drop foot while walking. In the current production of such orthoses, a plaster cast is first made from the foot of the patient. Following, on basis of the cast, an orthosis is manually laminated and cured in an autoclave. The entire process is not only expensive and time consuming, but also allows only little post-processing and additional adjustment to the patient. In order to ensure faster and more efficient patient care, the entire process chain of orthoses production is being re-established within the scope of the project. For this purpose, the foot of the patient is recorded by use of a mobile scanner on site. Based on the 3D model of the foot, an individual orthosis is designed on the PC, which is adapted to the requirements and personal wishes of the patient. Subsequently, the orthosis is produced by rapid manufacturing process (3D printing). Since the mechanical properties of 3D printing materials are usually not sufficient, the orthosis is additionally reinforced on site by thermoplastic fiber tapes customized for the patient.

The goal of 3DPrint2Fiber is the fast and customized production of ankle foot orthoses with adjustment on site and load-path-oriented fiber reinforcement.

Federal Ministry of Education and Research

The project "3DPrint2Fiber – Development of a Hybrid Process for the Production of Personalized and Structurally Optimized 3D-print Orthoses On Site" is funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) within the "KMU-innovativ" program (funding reference 13GW0196).

kerstin.steidle@ivw.uni-kl.de

ECOrCF – Umweltfreundliches und ganzheitliches Recycling von CFK



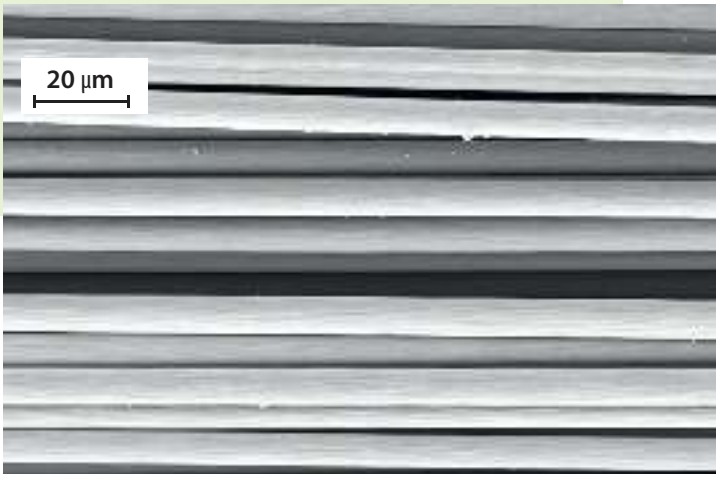
Kerstin Steidle

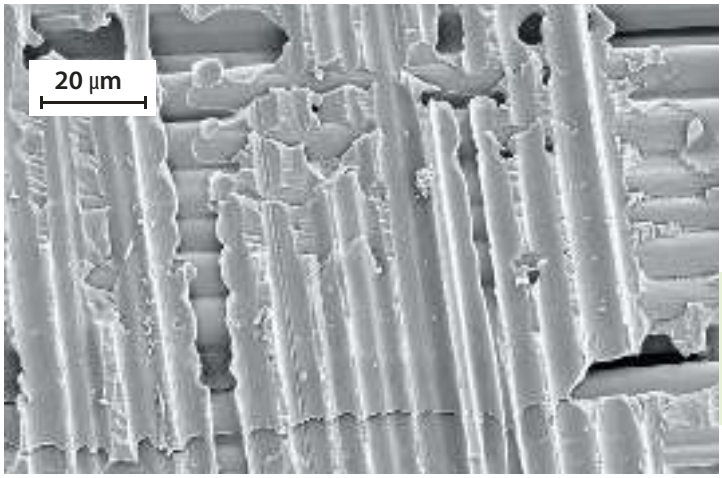
Die kontinuierlich zunehmende Produktionsmenge von kohlenstofffaserverstärkten Verbundkunststoffen (CFK) hat im vergangenen Jahr erstmals die 100 000 Tonnen-Marke überschritten. Damit nimmt auch die Bedeutung der Frage nach einem ganzheitlichen Recycling dieses wertvollen Werkstoffs zu. Diese Thematik untersucht das IVW gemeinsam mit der Firma Pyrum Innovations AG im Projekt „ECOrCF“. Ziele sind unter anderem die Rückgewinnung von hochwertigen Kohlenstofffasern und Ausgangsstoffen für die chemische Industrie mittels Thermolyse. Hierzu sind die faserschonende vollständige Zersetzung der Matrix und die Charakterisierung der zurückgewonnenen Kohlenstofffasern wichtige Kernpunkte. Die Pyrum Innovations AG erzielt mit ihrer innovativen Anlagentechnik und den erarbeiteten Prozessparametern eine vollständige Umsetzung der Matrix, während die Kohlenstofffasern intakt bleiben. Die Untersuchung der Kohlenstofffasern wird am IVW mittels thermogravimetrischer Analysen und rasterelektronenmikroskopischer Aufnahmen vorgenommen. Hierzu wurde eine Analysemethodik entwickelt, mit der die recycelten Kohlenstofffasern hinsichtlich Reinheit und Schäden bewertet werden können. Desweiteren sind Untersuchungen zur mechanischen Charakterisierung der zurückgewonnenen Kohlenstofffasern sowie deren Weiterverarbeitung geplant.

Ziel ist die Entwicklung eines ganzheitlichen Ansatzes zum Recycling von CFK für die Rückgewinnung und Wiederverwertung von Kohlenstofffasern und Matrixmaterial. Schwerpunkt des IVW ist die Charakterisierung der recycelten Kohlenstofffasern.

REM-Aufnahme einer optimal thermolysierten CFK-Probe

SEM image of a CFRP sample after an optimized thermolysis





REM-Aufnahme einer nicht optimal thermolysierten CFK-Probe

SEM image of a CFRP sample after a non-optimized thermolysis

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

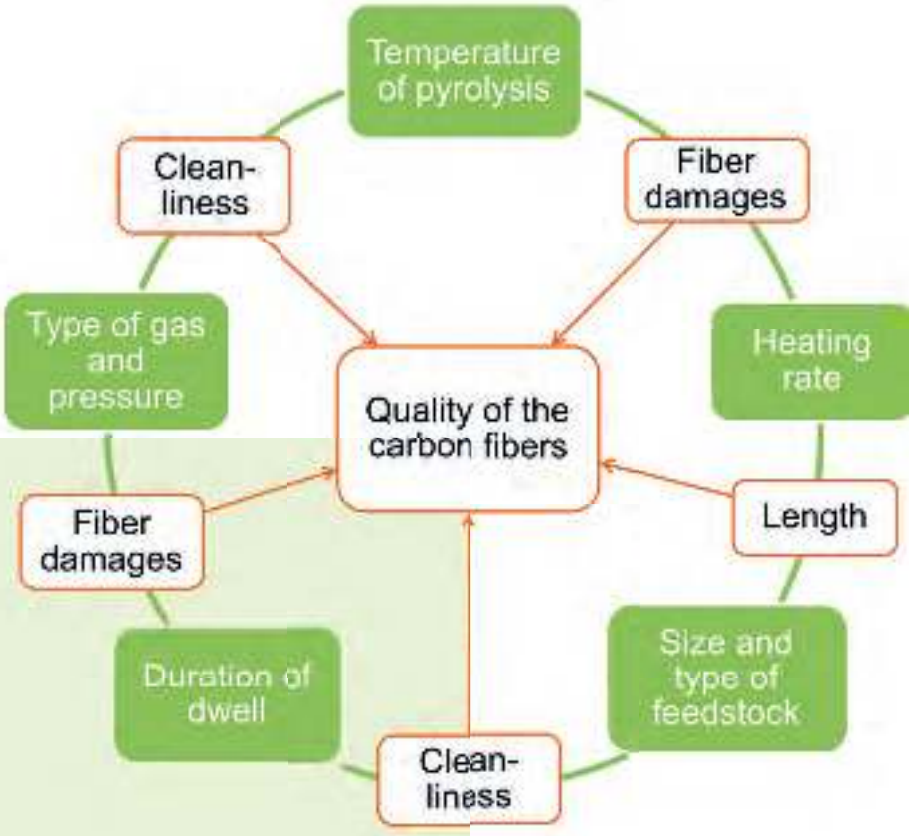
ZIM
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Das Projekt „ECOrCF – Umweltfreundliches und ganzheitliches Recycling von CFK mittels Thermolyse zur Rückgewinnung von qualitativ hochwertigen Kohlenstofffasern“ (Förderkennzeichen ZF4052307TA6) wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) gefördert.

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag



Prozessparameter der Thermolyse (grün) und Faserkennwerte (orange)

Process parameters of the thermolysis (green) and characteristic fiber values (orange)

The continuously increasing production volume of carbon fiber reinforced plastics (CFRP) has for the first time exceeded the amount of 100 000 tons last year. Thus, the demand for holistic recycling of this valuable material is also growing. IVW is investigating this topic together with Pyrum Innovations AG within the project "ECOrCF". It aims at the recovery of both the carbon fibers and raw materials for the chemical industry by using thermolysis. Important issues are the fiber-sensitive decomposition of the matrix and the characterization of the retrieved carbon fibers. Pyrum Innovations AG achieves a complete decomposition of the matrix based on their innovative systems engineering and developed process parameters while the carbon fibers remain intact. Those fibers are analysed at IVW via thermogravimetric analysis and scanning electron microscopy. An analytic method has been developed that allows the evaluation of the cleanliness and damages of the fibers. Furthermore, investigations of the mechanical properties of the retrieved fibers and their subsequent processing are planned.

This project aims at the development of a holistic approach to the recycling of CFRP for the recovery and reuse of carbon fibers and matrix material. IVW's focus is on the characterization of the recycled carbon fibers.

Projektpartner / *Partner:*
Pyrum Innovations AG

The project "ECOrCF – Environmentally Friendly and Holistic Recycling of CFRP Using Thermolysis for the Recovery of High-Quality Carbon Fibers" (funding reference ZF4052307TA6) is supported by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) within the Central Innovation Programme for SMEs (ZIM).

janna.krummenacker@ivw.uni-kl.de

Effiziente Ermüdungsversuche



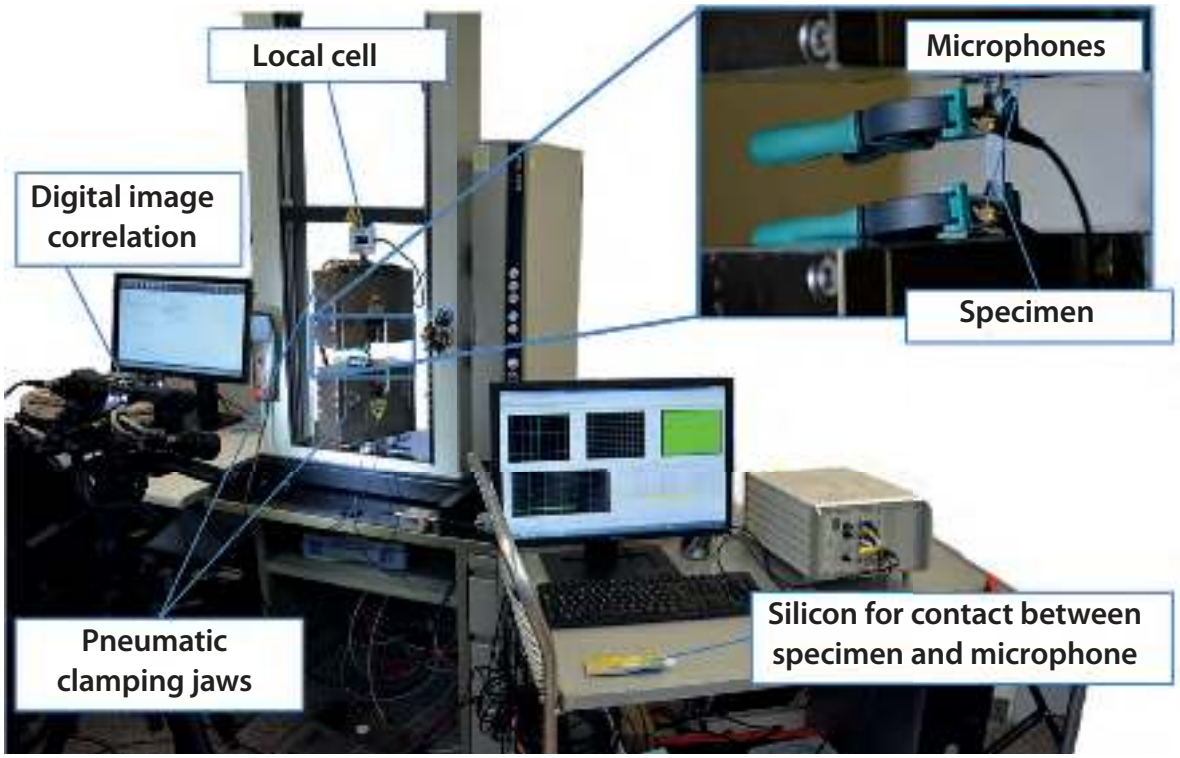
Janna Krummenacker

Ermüdungsversuche bedeuten aufgrund der hohen zu prüfenden Lastwechselzahlen einen großen Zeitaufwand. Gegenüber metallischen Werkstoffen ist dieser Prüfaufwand bei Faser-Kunststoff-Laminaten nochmals deutlich erhöht. Dies liegt zum einen an einer begrenzten Prüffrequenz, die erforderlich ist, um die zulässige Eigenerwärmung der Probekörper nicht zu überschreiten. Zum anderen führt das anisotrope Verhalten zu unterschiedlichen Schädigungsmechanismen für Laminate mit unterschiedlichen Faserorientierungen. Daher bietet es sich an, aus quasistatischen Untersuchungen Rückschlüsse auf das Materialverhalten unter zyklischer Last zu ziehen. In einem Projekt mit der Siemens AG wurden in quasistatischen Zugversuchen an verschiedenen Laminaten mittels aufgesetzter Piezo-Sensoren Schallsignale erfasst, die durch auftretende Mikro-Schädigungen im Laminat erzeugt werden (Schallemissions-Analyse). Nach einer Signalanalyse wurden die Dehnungswerte ermittelt, bei denen ein sprunghafter Anstieg der gemessenen Schallenergie verzeichnet wurde. In den anschließenden Ermüdungsversuchen wird das Materialverhalten bei diesen Dehnungswerten unter zyklischer Last untersucht.

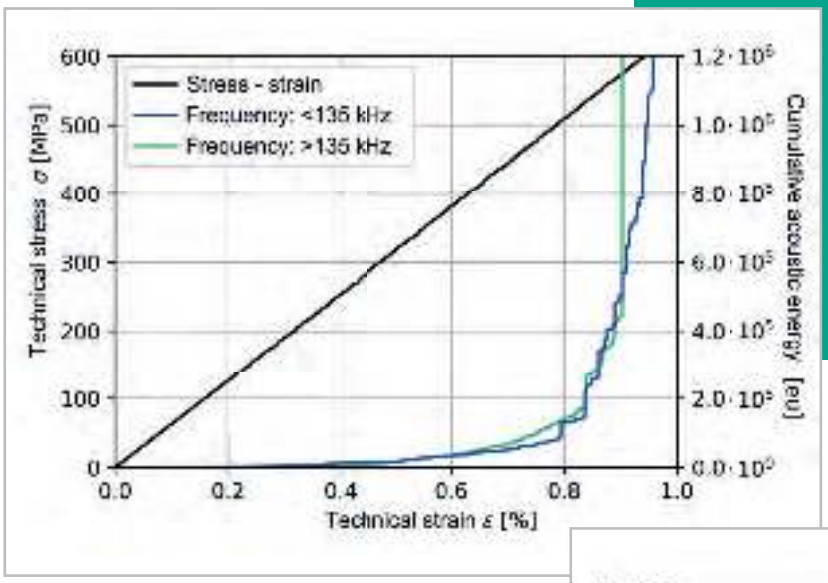
Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer effizienten Methodik zur Bestimmung der Ermüdungsfestigkeit von Faser-Kunststoff-Verbunden mit Hilfe der Schallemissions-Analyse.

Prüfaufbau mit Schallemissions-Analyse und digitaler Bildkorrelation

Test set-up with acoustic emission analysis and digital image correlation



Wir danken der Firma Siemens AG für die gute Zusammenarbeit während des Projektes.

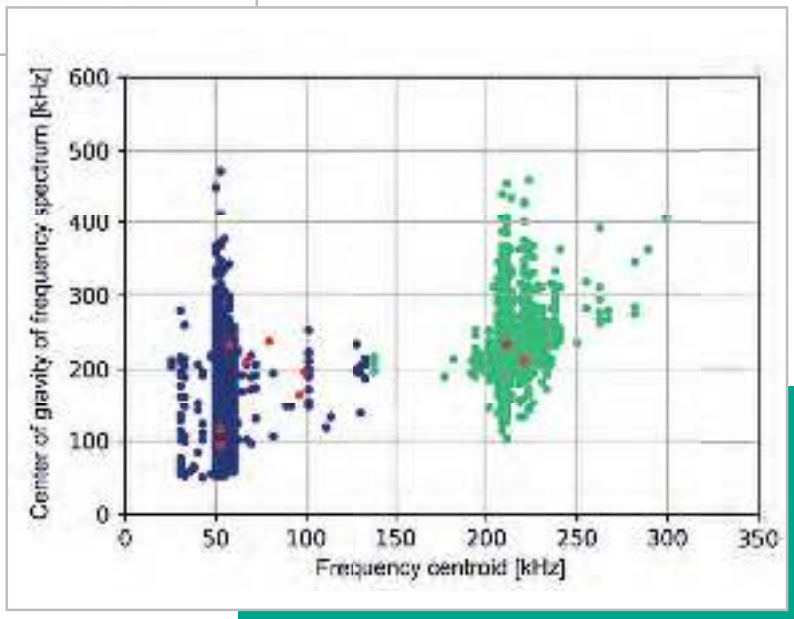


Spannungs-Dehnungsverlauf
und kumulierte Schallenergie in
Energieeinheiten (eu),
1 eu entspricht $1 \cdot 10^{-21}$ J

Stress-strain curve
and cumulative acoustic energy
in energy units (eu),
1 eu equals $1 \cdot 10^{-21}$ *J*

Due to high number of load cycles, fatigue testing is a very time-consuming task. This is even more pronounced for laminates made of fiber reinforced polymers compared to metallic materials mainly due to two effects: on the one hand the testing frequency is limited for fiber reinforced polymers, in order to minimize self-heating and to restrain the acceptable temperature increase in the specimens. On the other hand the anisotropic behavior of laminates leads to different damage mechanisms for layers with different fiber orientations. It is therefore advisable to carry out quasi-static tests for a better understanding of the material behavior under cyclic loading. In a project with Siemens AG acoustic signals, resulting from micro damage in the laminate, were detected by applying piezoelectric sensors to laminate specimens during quasi-static tests (acoustic emission analysis). After analysis of the observed signals, the strain value at the occurrence of a pronounced growth of the acoustic energy was determined. In the following fatigue tests the material behavior under cyclic loading at these strain values is studied.

Aim of the project is the development of an efficient method to determine fatigue strength of polymer matrix composites via acoustic emission analysis.



Diskrete Fourier-Transformation

Discrete Fourier transformation

SIEMENS

Ingenuity for life

Projektpartner / *Partner:*
Siemens AG

We would like to thank Siemens AG for the good cooperation during the project.

janna.krummenacker@ivw.uni-kl.de

Ermüdung von Spritzgussmaterial



Janna Krummenacker

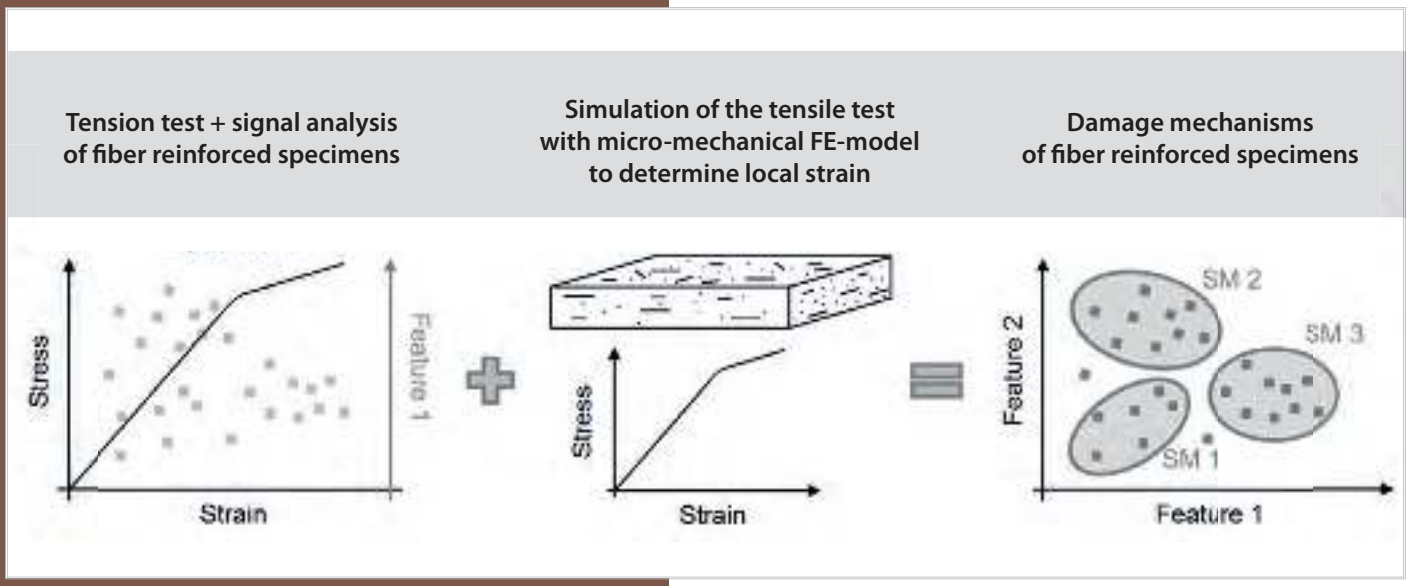
Kurzfaserverstärkte Thermoplaste spielen aufgrund ihres kostengünstigen Herstellungsprozesses im Spritzgussverfahren, verbunden mit einer variablen Formgebung, eine zunehmend bedeutende Rolle im modernen Leichtbau. Eine realistische Abschätzung der Lebensdauer von Bauteilen aus kurzfaserverstärkten Thermoplasten erfordert die experimentelle Ermittlung von Wöhlerlinien für das Material, was mit einem sehr hohen Aufwand verbunden ist. Im Rahmen dieses Projektes sollen zunächst die Schädigungsmechanismen, die zum Versagen von kurzfaserverstärkten Thermoplasten unter zyklischer Belastung führen, untersucht werden. Die genaue Kenntnis der Schädigungsmechanismen ist erforderlich, um eine Methodik zu erarbeiten, die eine Vorhersage der Ermüdungsfestigkeit im Bereich hoher Lastwechselzahlen auf Grundlage von – im Vergleich zu Ermüdungsversuchen – zeitsparenden, quasi-statischen Versuchen zulässt. Die quasi-statischen Versuche werden durch sogenannte sekundäre Prüfmethoden, wie z.B. die Schallemissionsprüfung und Methoden der digitalen Bildkorrelation, ergänzt. Bei dem Auftreten von mikroskopischen Schädigungen im Material wird Energie frei, die sich in Form von Schallwellen ausbreitet. Über eine Analyse der gemessenen Signale kann so die Schädigungsentwicklung während des gesamten Versuchs aufgezeichnet werden.

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

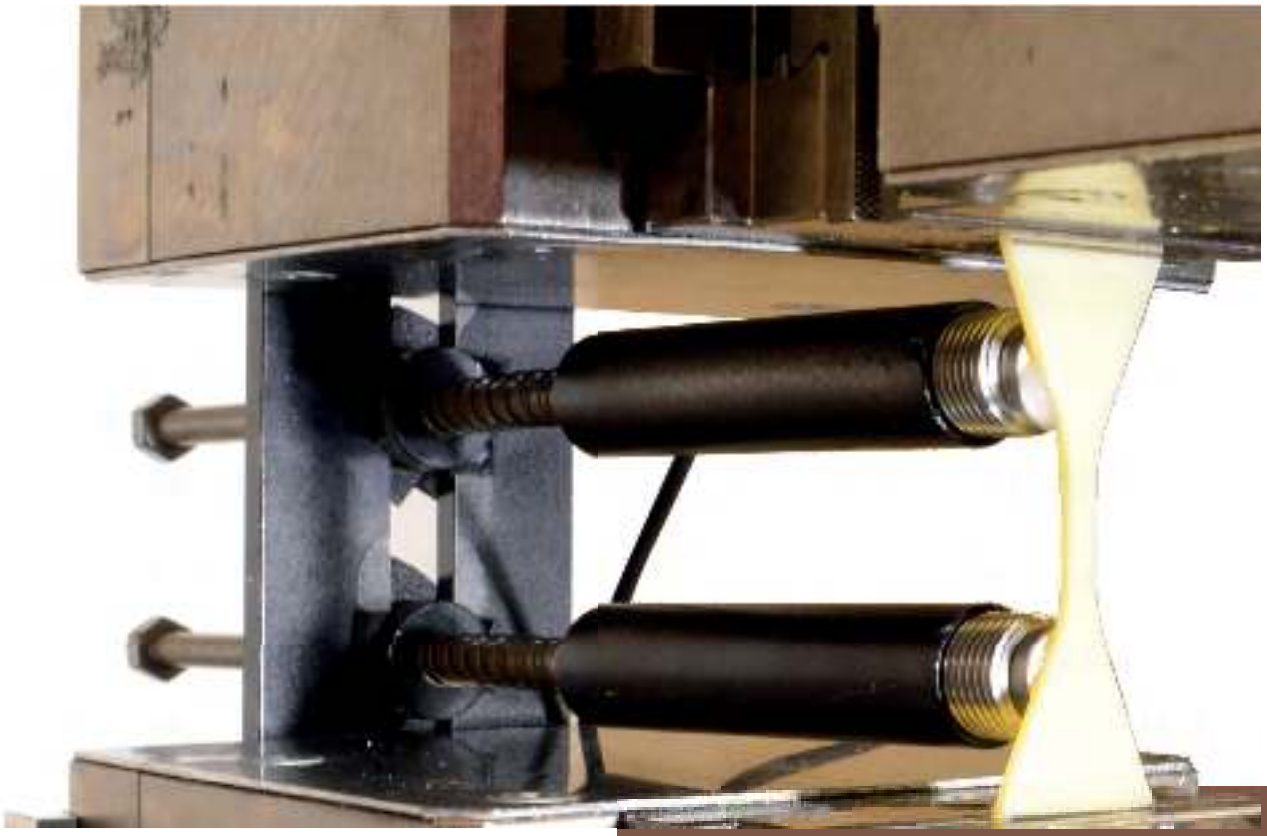
Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer Methodik, die eine Abschätzung der Ermüdungsfestigkeit im Bereich hoher Lastwechselzahlen von kurzfaserverstärkten Thermoplasten auf Grundlage von möglichst wenigen und zeiteffizienten Versuchen zulässt.

Zuordnung der aufgetretenen Schallereignisse zu den verschiedenen Schädigungsmechanismen

Correlation of the occurring acoustic signals with the different damage mechanisms



Das Projekt „Systematische Ermittlung der Schädigungsmechanismen von kurzfaserverstärkten Thermoplasten unter Ermüdungslasten und Entwicklung einer Methodik zur zeiteffizienten Bestimmung der High-Cycle-Fatigue-Festigkeit“ wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert (Förderkennzeichen HA 4397/10-1).



Prüfaufbau quasi-statischer Zugversuche
mit Sensoren zur Schallemissionsprüfung

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

Short fiber reinforced thermoplastics become more and more important in modern lightweight construction due to their cost-efficient manufacturing process by injection molding combined with the possibility of realizing variable designs. The realistic life-time estimation of parts made of short fiber reinforced thermoplastics requires the experimental determination of S-N-curves for the material, which entails high cost expenditures. Within this project, the damage mechanisms leading to the failure of short fiber reinforced thermoplastics under cyclic loading are studied. The exact knowledge of these underlying mechanisms is mandatory in order to develop a methodology that allows the life-time estimation in the high-cycle fatigue regime based on - compared to fatigue tests - time-saving, quasi-static tests. The quasi-static tests are conducted using so-called secondary test methods, such as acoustic emission and digital image correlation techniques. At the occurrence of microscopic damages in the material, energy is released, spreading in form of acoustic waves through the specimen. By analyzing the measured acoustic signals, the damage development can be recorded throughout the entire experiment.

The target of the project is the development of a methodology that allows the estimation of the high-cycle fatigue strength of short fiber reinforced thermoplastic polymers based on as few and time efficient experiments 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 (funding reference HA 4397/10-1).

FlexHyJoin – Automatisierte Fertigungszelle zum Hybridfügen


Stefan Weidmann


Vitalij Popow

stefan.weidmann@ivw.uni-kl.de

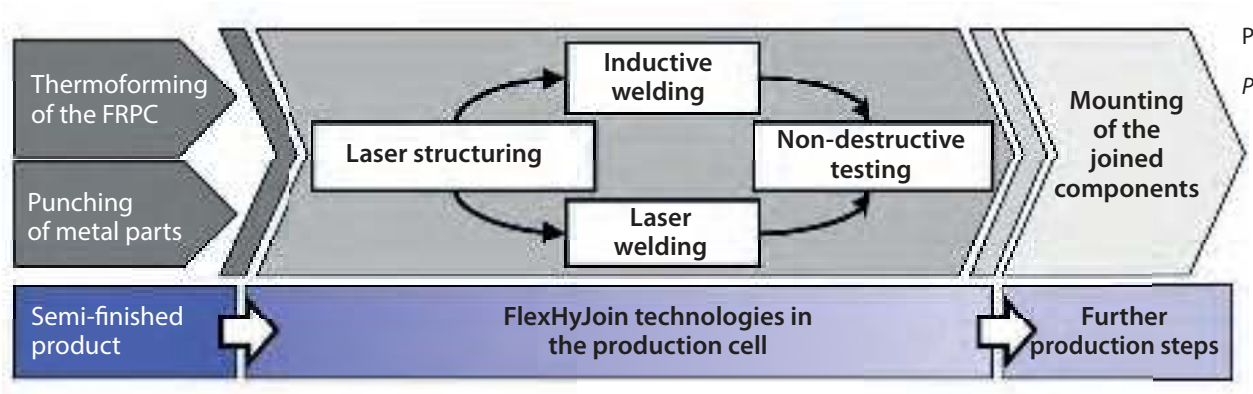
vitalij.popow@ivw.uni-kl.de

Das Fügen von Metallen mit Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) zu Hybridbauteilen spielt eine wichtige Rolle bei der Reduktion des Fahrzeuggewichts und ermöglicht die Ausschöpfung des vollen Potenzials aller verwendeten Materialien. Thermoplastische FKV (TP-FKV) sind besonders für Multimaterialbauweisen mit Metallen geeignet, da sie hervorragende spezifische mechanische Eigenschaften und eine gute Korrosionsbeständigkeit besitzen. Bisher steht kein geeignetes Fügeverfahren zur Verfügung, das eine hohe Verbindungsgüte ohne das Einbringen zusätzlicher Materialien sicherstellt und gleichzeitig in ausreichendem Maße automatisiert ist. Im Projekt FlexHyJoin wird ein Verfahren entwickelt, das die Wiederaufschmelzbarkeit von Thermoplasten nutzt, um Hybridbauteile ohne zusätzliche Additive herzustellen. Mit Induktions- und Laserschweißen werden zwei Verfahren in einer voll automatisierten Fertigungszelle kombiniert, die sich perfekt ergänzen. Mittels Implementierung einer innovativen Laser-Oberflächenstrukturierung kann ein Formschluss und somit eine optimierte Verbindung zwischen den artfremden Werkstoffen zu Hybridbauteilen realisiert werden. Durch die Kombination der Oberflächenvorbehandlung mit den Technologien des Induktions- und Laserschweißens sowie die Integration aller Anlagenkomponenten in eine Online-Prozesssteuerung werden ein hoher Automatisierungsgrad und eine erhebliche Verkürzung der Zykluszeit erreicht. Eine zerstörungsfreie Bauteilprüfung findet durch die Technologie „Lock-in Thermografie“ statt und überprüft die Fügezonen auf Fehlstellen in Form von Lufteinschlüssen. Somit wird FlexHyJoin den ausgedehnten Einsatz von Hybridbauteilen in der automobilen Serienfertigung vorantreiben. Derzeit wird eine voll automatisierte Fertigungszelle entwickelt, die es ermöglicht, Metallhalterungen mit einer TP-FKV Dachversteifung zu fügen. Das IVW ist im Rahmen dieses Projektes als Koordinator in allen Bereichen beteiligt.

Projektpartner / *Partners:*

Centro Ricerche Fiat S.c.p.A.
EDAG Engineering GmbH
FILL Gesellschaft m.b.H.
Fraunhofer ILT
Fundación Tecnalia Research & Innovation
Gubesch Thermoforming GmbH
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (Koordinator, Coordinator)
KGR S.p.A.
Leister Technologies AG
New Infrared Technologies, S.L.

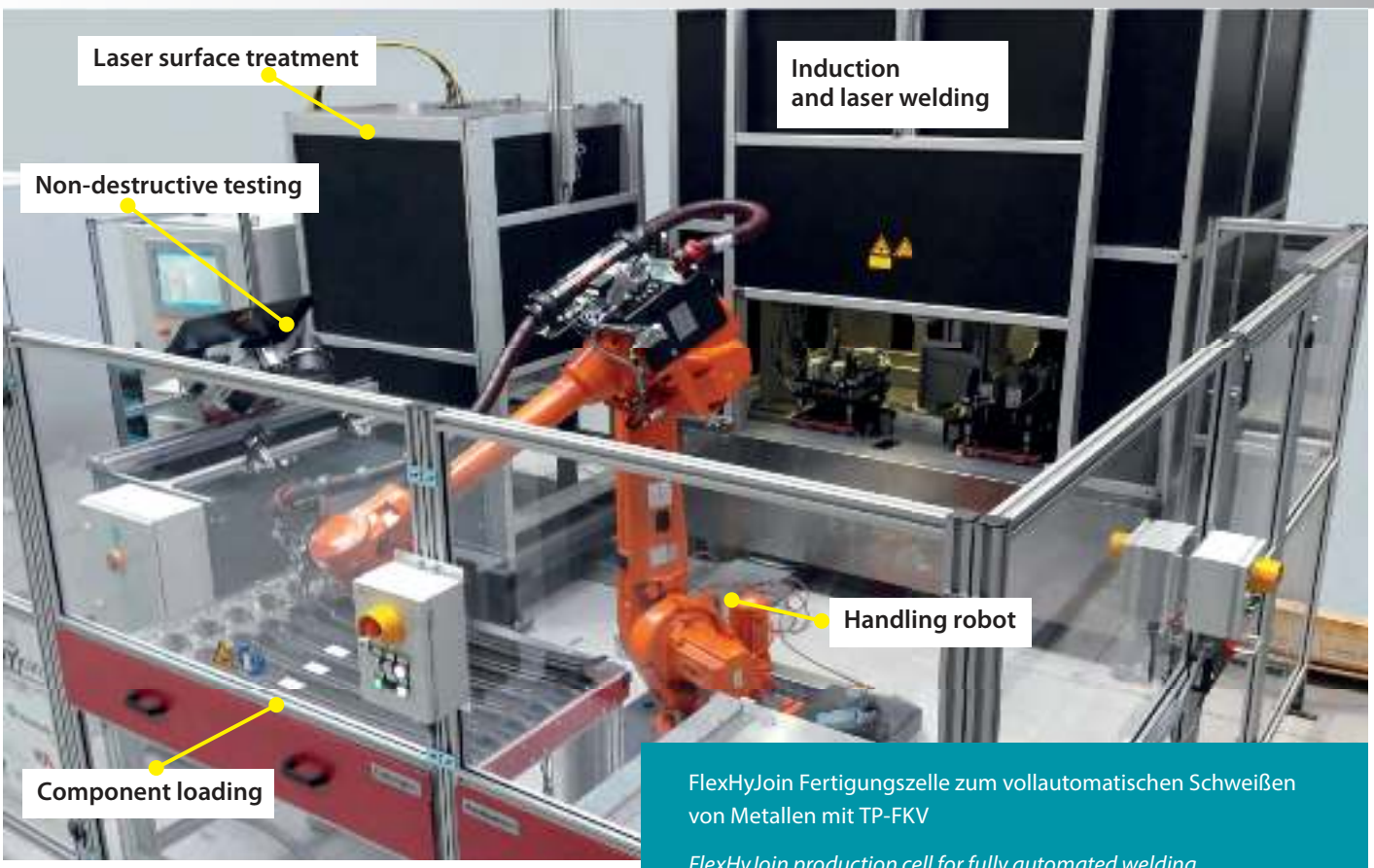
Das von der EU geförderte Projekt FlexHyJoin wird mit der Entwicklung eines vollautomatischen Fügeverfahrens für die Automobilindustrie zur schnellen Herstellung von Hybridbauteilen aus Metallen und thermoplastischen Faser-Kunststoff-Verbunden den Einsatz von FKV revolutionieren.



Prozesskette

Process chain

Dieses Projekt wird durch das Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizont 2020“ der Europäischen Union finanziert (Förderkennzeichen 677625).



©FILL Gesellschaft m.b.H.

FlexHyJoin Fertigungszelle zum vollautomatischen Schweißen von Metallen mit TP-FKV

FlexHyJoin production cell for fully automated welding of metals with TP-FRPC

FlexHyJoin

Joining of metals with fiber reinforced polymer composites (FRPC) to hybrid components plays an important role in vehicle weight reduction and facilitates the exploitation of the material's full potential. Metal/TP-FRPC multi-materials are especially qualified for this purpose, as TP-FRPC offer high specific mechanical properties and a good chemical/corrosion resistance. However, up to now there is no suitable joining method for metal and TP-FRPC which enables a high mechanical bonding performance without additional material and at the same time a high level of automation. In the project FlexHyJoin, a process is developed that uses the re-fusibility of thermoplastics to produce hybrid components without additional additives. Induction and laser welding will be combined in a fully automatized production cell, technologies which perfectly complement each other regarding the fields of application. By implementing an innovative laser surface structuring, a form-fit and thus an optimized connection through adhesion between the dissimilar materials can be realized for hybrid components. The combination of surface treatment with the technologies of induction and laser welding and the integration of all the equipment in an online process control will achieve a high degree of automation and a significant reduction in cycle times. A non-destructive component testing is carried out using the "Lock-in Thermography" technology and monitoring the joining zones for voids in form of air inclusions. Thus, FlexHyJoin will further the broad usage of metal-TP-FRPC hybrid components in automotive mass production. At present, a fully automated production cell is being developed which will enable the joining of metal brackets with a TP-FRPC roof stiffener. IVW is involved in this project as a coordinator in all areas.

The European Union funded project FlexHyJoin will revolutionize the use of FRPC in the automotive industry by developing a fully automated joining process for the manufacturing of hybrid metal/TP-FRPC components.

This project is funded by the European Union's research and innovation program "Horizon 2020" (funding reference 677625).

FlexiFrame – Flexibler Hybrid-Composite Hinterbau für MTB-Rahmen



Torsten Heydt



Tim Schmidt

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

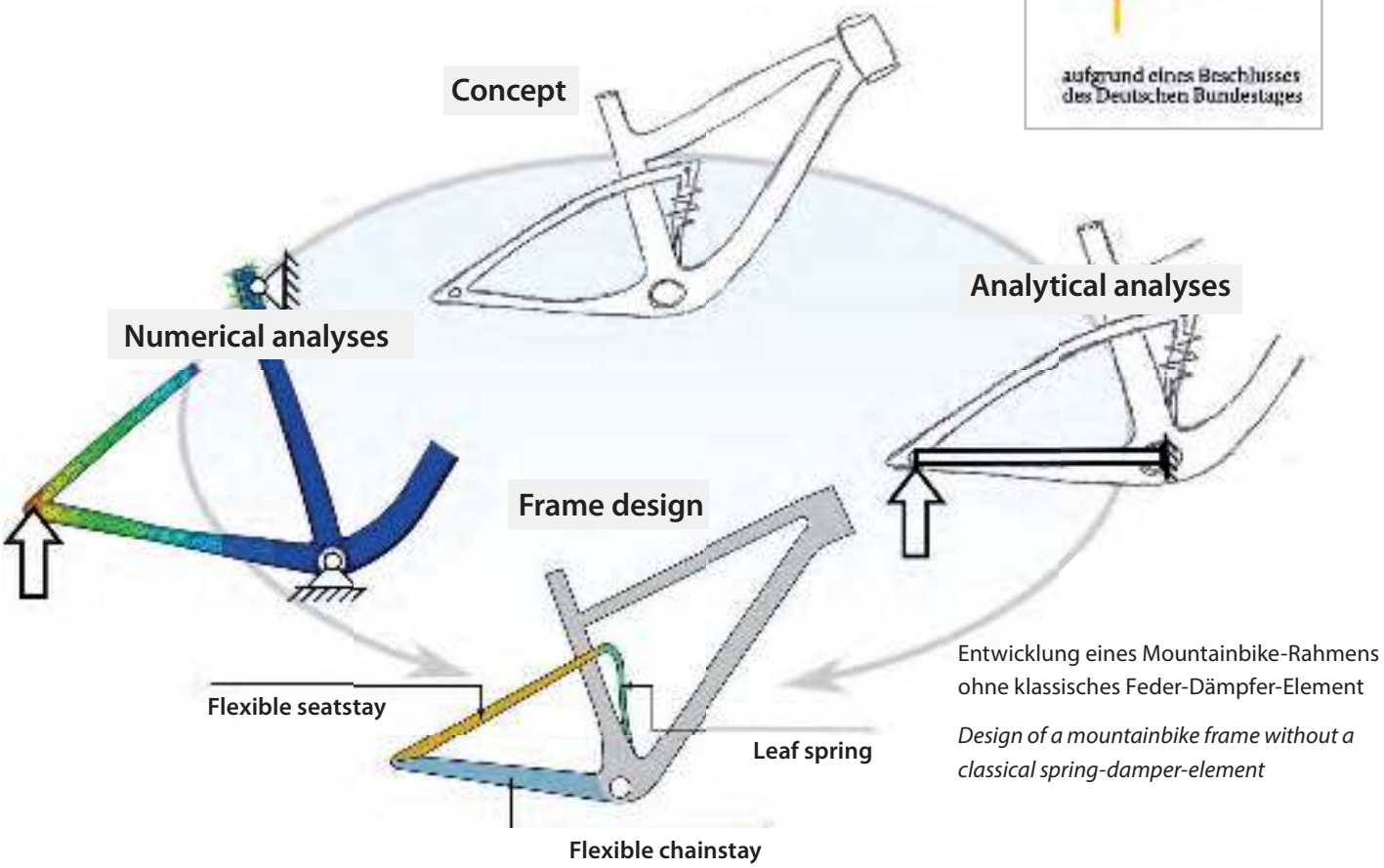
Hardtail oder Fully (Full-Suspension-Bike) ist die Gretchenfrage des Cross-Country- und Marathon-Mountainbike-Bereichs. Während Hardtails durch ihren starren Hinterbau steifer und zugleich leichter sind, bietet der federnde Hinterbau eines Fullys Fahrkomfort, Bergab-Performance und Traktion. Das Projekt FlexiFrame hat sich zum Ziel gesetzt die Vorteile beider Bauweisen zu vereinen. Hierzu wird ein federnder Hinterbau entwickelt, der dabei auf Lager und Feder-Dämpfer-Elemente verzichtet. Grundlage für diese Rahmenbauweise ist ein neu entwickeltes Hybridlaminat, welches eine Kombination von kohlenstofffaserverstärkten Lagen und Elastomer-Lagen ist. Diese Rahmenbauweise ermöglicht es, dem Hinterbau richtungsabhängige Steifigkeiten zuzuordnen, die einerseits ein Federn und Dämpfen des Hinterbaus bewirken, um Bodenunebenheiten auszugleichen, gleichzeitig aber ein direktes Fahrgefühl aufrechterhalten. Um weiterhin die Einstellbarkeit des Rahmens auf den Fahrer zu gewährleisten, wird ein hochflexibler und vollautomatisierter Prozess zur fahrerindividuellen Fertigung entwickelt. Hierfür gilt es einen Tapelegekopf für Towpregs sowie ein Formwerkzeug zu entwickeln. Dieser Prozess soll die Herstellung der Hybridlaminat-Preform für Hohlbauteile mit kleinen Radien und starken Krümmungen ermöglichen.

Ziel von FlexiFrame ist die Entwicklung einer neuartigen, fahrerindividuellen Fahrradrahmenbauweise inklusive einer effizienten Prozesstechnologie.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Entwicklung eines Mountainbike-Rahmens ohne klassisches Feder-Dämpfer-Element

Design of a mountainbike frame without a classical spring-damper-element

Das Projekt „FlexiFrame – Hochflexibler Hybrid-Composite-Hinterbau für fahrerindividuelle Mountainbike-Rahmen; Auslegung und Verfahrensentwicklung für einen fahrerindividuellen Mountainbike-Rahmen“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052316RE7).



Cross-Country Mountainbike bei der Kurvenfahrt im Gelände

Cross-Country mountainbike cornering in the terrain

© Foto all ahead composites GmbH

Hardtail or Fully (full-suspension-bike) is the crucial question in the cross-country and marathon mountain bike sector. Owing to the rigid rear end, hardtails are stiffer and at the same time lighter, whilst the rear suspension of a Fully provides comfort, downhill performance and traction. The FlexiFrame project targets a combination of the advantages of both frame designs. For this purpose, a flexible rear end is developed without bearings and spring-damper elements. Basis for this frame design is a newly developed hybrid laminate, which is a combination of carbon fiber reinforced layers and elastomer layers. The design enables the assigning of directional stiffness to the flexible rear end, which on the one hand will absorb vibrations and shocks to compensate bumps, and on the other hand maintain a direct driving experience. To ensure that the frame can still be adjusted to the driver, a highly flexible and fully automated process for driver-specific production is being developed. Therefore, a tape laying head for towpregs and a molding tool have to be designed. This process shall facilitate the production of hybrid laminate preforms for hollow components with small radii and strong curvatures.

The goal of FlexiFrame is the development of a new, driver individual bicycle frame design including an efficient process technology.

all ahead composites
the composite enthusiasts

Projektpartner / *Partner:*
all ahead composites GmbH

The project "FlexiFrame – Highly Flexible Hybrid Composite Rear for Individual Mountainbike Frames; Design and Process Development for an Individual Mountainbike Frame" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052316RE7).

rolf.walter@ivw.uni-kl.de

Generative Verfahren zur Herstellung von Polymerbauteilen



Rolf Walter

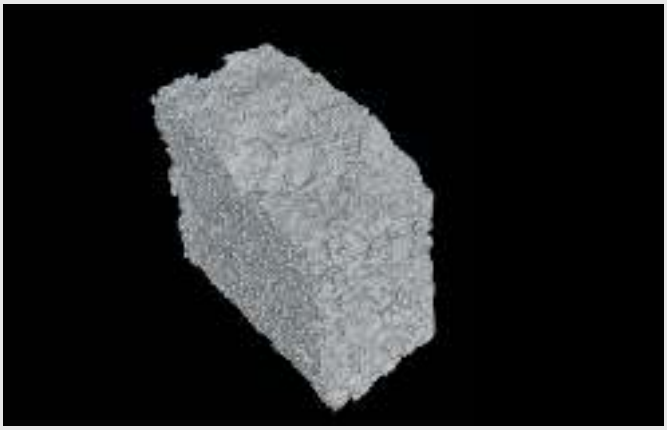
Für die erfolgreiche Anwendung additiver Fertigungsverfahren für technisch anspruchsvolle Kunststoffteile sind eine optimale Auswahl von Verfahren und Werkstoff sowie praxisgerechte Auslegungs- und Konstruktionsrichtlinien notwendig. Die speziellen und eng verknüpften Abhängigkeiten von Fertigungsverfahren, Werkstoff und Bauteilgestaltung stellen jedoch eine Herausforderung dar. In diesem grundlagenorientierten Projekt wurde in Kooperation mit dem Direct Manufacturing Research Center (DMRC) der Universität Paderborn eine gezielte Recherche zu Anwendungspotentialen durchgeführt. Wesentliche Aspekte waren hierbei Übersicht der verfügbaren Technologien/Verfahren, Erläuterung der neuen Gestaltungsmöglichkeiten (z.B. Bionik-Design), Innovationspotentiale für Bauteile oder Baugruppen, Materialeigenschaften, prozess-, gestaltungs- und werkstofflimitierte Leistungsgrenzen generativer Verfahren, Wirtschaftlichkeitsanalyse und bestehende Konstruktionsrichtlinien und Normen. Im Rahmen einer experimentellen Studie wurden ausgewählte Kenngrößen (tribologisch, mechanisch, thermomechanisch) einzelner Materialien gemessen. Die Prüfkörper hierfür wurden durch fünf unterschiedliche additive und zwei konventionelle Verfahren hergestellt.

Das Projekt stellt eine Übersicht zum Stand der Technik und verschiedene, relevante Kennwerte für die Ermittlung des Potentials additiver Fertigungsmethoden für Komponenten der Antriebstechnik dar.

Projektpartner / *Partners:*

DMRC Direct Manufacturing Research Center an der Universität Paderborn

FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.



Röntgentomographische (µCT) Aufnahme einer lasergesinterten PA12-Zugprobe; Abmessungen 4 x 2 x 2,5 mm³

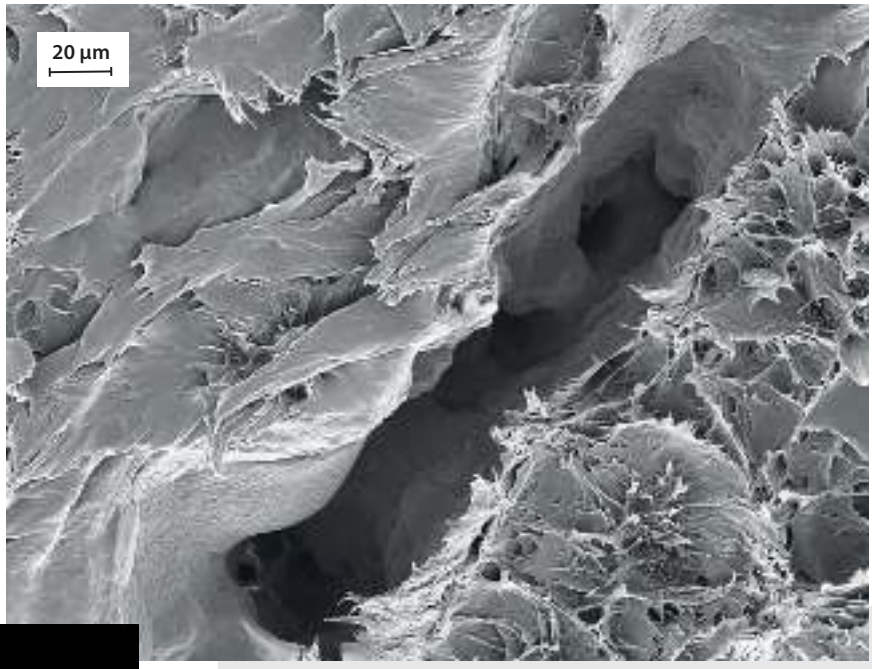
X-ray tomography (µCT) image of a laser-sintered PA12 specimen for tensile tests; dimensions 4 x 2 x 2.5 mm³



Röntgentomographische (µCT) Aufnahme einer additiv gefertigten Polyamid 12-Probe für tribologische Untersuchungen; Abmessungen 4 x 8 x 1,5 mm³

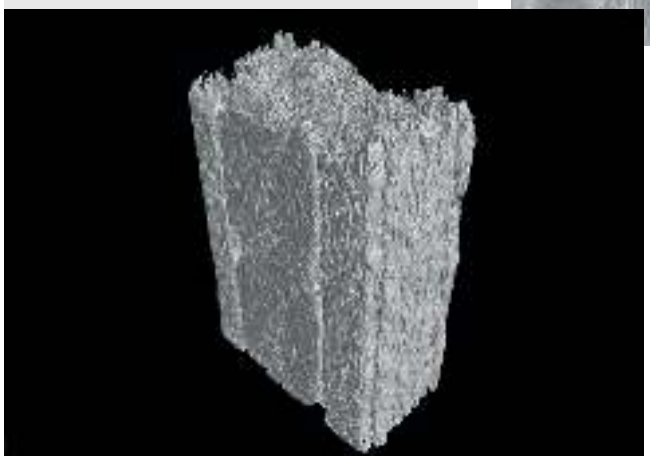
X-ray tomography (µCT) image of an additively manufactured polyamide 12 test specimen for tribological tests; dimensions 4 x 8 x 1.5 mm³

Das Projekt „Generative Verfahren zur Herstellung von Polymerbauteilen“ wird durch die FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. gefördert (Projekt T 1423).



Röntgentomographische (µCT) Aufnahme einer additiv gefertigten Polyethylenterephthalat Zugprobe mit Kohlenstofffaserverstärkung;
Abmessungen 4 x 2 x 6 mm³

X-ray tomography (µCT) image of an additively manufactured polyethylene terephthalate tensile specimen with carbon fiber reinforcement;
dimensions 4 x 2 x 6 mm³



Rasterelektronenmikroskopische (REM) Aufnahme einer gebrochenen, lasergesinterten Polyamid 12-Zugprobe mit charakteristischer Pore

Scanning electron microscope (SEM) micrograph of a fracture surface of a laser-sintered polyamide 12 tensile specimen with a characteristic pore

For the successful application of additive manufacturing processes for technically demanding plastic applications, an optimized selection of processes and materials as well as practical design and construction guidelines are necessary. The specific and closely linked dependencies of manufacturing processes, materials and component design are, however, challenging. In this basic research-oriented project a study of application potentials has been carried out in cooperation with the Direct Manufacturing Research Center (DMRC) of the University of Paderborn. Core aspects for the use of additive manufacturing (AM) plastic parts in propulsion technology are: overview of the available technologies/processes, explanation of the new design possibilities (e.g. bionics design), innovation potential for components or assemblies, material properties, process, design and material-limited performance limitations of generative processes, profitability analysis, and existing design guidelines and standards. Within the framework of an experimental study, various properties (tribological, mechanical, thermomechanical) of selected materials have been measured. The specimens were produced using five different additive and two conventional manufacturing processes.

The project provides an overview of the state of the art and various relevant characteristic values for determining the potential of additive manufacturing methods for propulsion technology components.

The project "Generative Processes for the Production of Polymer Components" is funded by the FVA Research Association for Propulsion Technology e.V. (project T 1423).

jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de

Großbauteil aus thermoplastischem CFK



Jens Schlimbach

Bisher wurden Verbundwerkstoffe mit thermoplastischer Matrix in der Luftfahrt in erster Linie für Kleinbauteile verwendet. Durch die Zusammenarbeit des Luftfahrtzulieferers Premium AEROTEC, des DLR-ZLP und des IVW ist es gelungen, ein Großbauteil aus der Flugzeug-Primärstruktur mit einem Gesamtdurchmesser von etwa 3 m aus CFK mit thermoplastischer Matrix herzustellen. Die Druckkalotte schließt den Passagierbereich gegen das Heck luftdicht ab und ist somit ein sicherheitskritisches Bauteil. Der 1:1 Demonstrator einer Druckkalotte für die A320-Familie wurde aus 8 gleich großen, am IVW thermogeformten, Segmenten hergestellt. Im Vergleich zu den heute verwendeten Aluminiumteilen soll eine zukunftsfähige thermoplastische CFK-Bauweise bei gleichen mechanischen Eigenschaften eine Gewichtsersparnis bei kürzerer Produktionszeit und verringerten Herstellkosten ermöglichen.

Der Demonstrator war u.a. auf der Luftfahrtausstellung ILA in Berlin ausgestellt und zeigt, dass das vorgestellte Konzept ein wesentlicher Baustein für die nächste Generation von Flugzeugrümpfen mit hohen Fertigungsraten sein kann.

Projektpartner / *Partners:*
DLR-ZLP Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie (ZLP)
Premium AEROTEC



Presse mit IR-Strahlerfeld

Press with IR-heaters



Umgeformtes Einzelelement

Press formed single element



© Premium AEROTEC

1:1 Demonstrator

1:1 Demonstrator

So far, thermoplastic matrix composites have been used in aerospace primarily for small components. In co-operation between the aviation supplier Premium AEROTEC, DLR-ZLP, and IVW, a large component from the aircraft primary structure with a total diameter of about 3 m made of CFRP with a thermoplastic matrix has been successfully produced. The pressure dome seals the passenger area airtight against the rear and is thus a safety-critical component. The 1:1 demonstrator of a pressure dome for the A320 family was made from 8 equally sized segments thermoformed at IVW. Compared to the aluminum parts used today, the future-proof thermoplastic CFRP version with the same mechanical properties shall enable weight savings, shorter production times, and reduced production costs.

The demonstrator was i.a. exhibited at the Berlin Air Show ILA, proofing that this concept can be an essential building block for the next generation of aircraft fuselages with high production rates.



© Premium AEROTEC

Detailansicht (innen)

Detailed view (inside)

oliver.rimmel@ivw.uni-kl.de

Grundlagen zur Imprägnierung von Dry Fiber Placement-Preforms



Oliver Rimmel

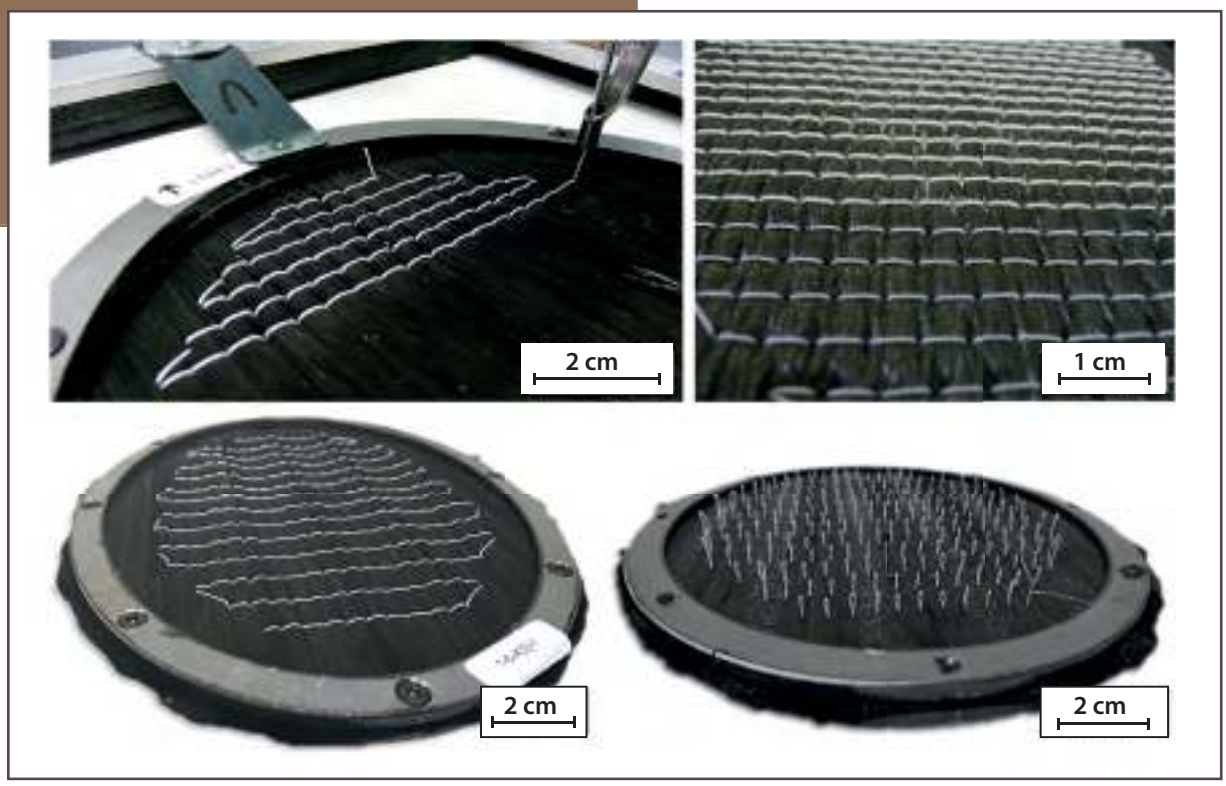
Das Dry Fiber Placement (DFP) ist ein effizientes Verfahren zur direkten Herstellung von Preforms für Liquid Composite Molding (LCM)-Prozesse. Die hierbei erreichbare sehr gute Faserausrichtung und der hohe mögliche Faservolumengehalt führen jedoch im Vergleich zu textilbasierten Halbzeugalternativen zu einer erheblich reduzierten Tränkbarkeit der Preform. Daher ist es das Ziel des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projektes, grundlegend zu erforschen, wie die Tränkbarkeit von DFP-Preforms auf Makroebene durch Manipulation der Faserbündelstruktur auf Mikro- und Mesoebene gezielt beeinflusst werden kann. Zu diesem Zweck werden theoretische, simulative und experimentelle Studien synergetisch kombiniert, um ein ganzheitliches Materialmodell zu entwickeln, das die Einflüsse verschiedener Strukturvariationen beschreibt.

Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Permeabilität ist das Einbringen von Mesofließkanälen mittels Vernähung der Preforms. Hiermit konnte eine Verbesserung der Permeabilität um Faktor 25–50 erreicht werden. Die dabei auftretende Beeinflussung der Faserausrichtung, wie im Schliff zu erkennen, führt zu einer Verringerung der mechanischen Performance. Die detaillierte Analyse der durch Vernähen der DFP-Preforms entstandenen Preformstrukturen erlaubt die Erstellung von angepassten Modellen zur Strömungssimulation. Diese Modelle werden genutzt, um einerseits durch die simulative Untersuchung diverser bewusst eingebrachter Strukturvariationen die Permeabilität auf das geforderte Niveau zu heben, dabei aber andererseits durch Begrenzung der Beeinflussung der Faserstruktur die mechanischen Eigenschaften nicht übermäßig zu beeinträchtigen.

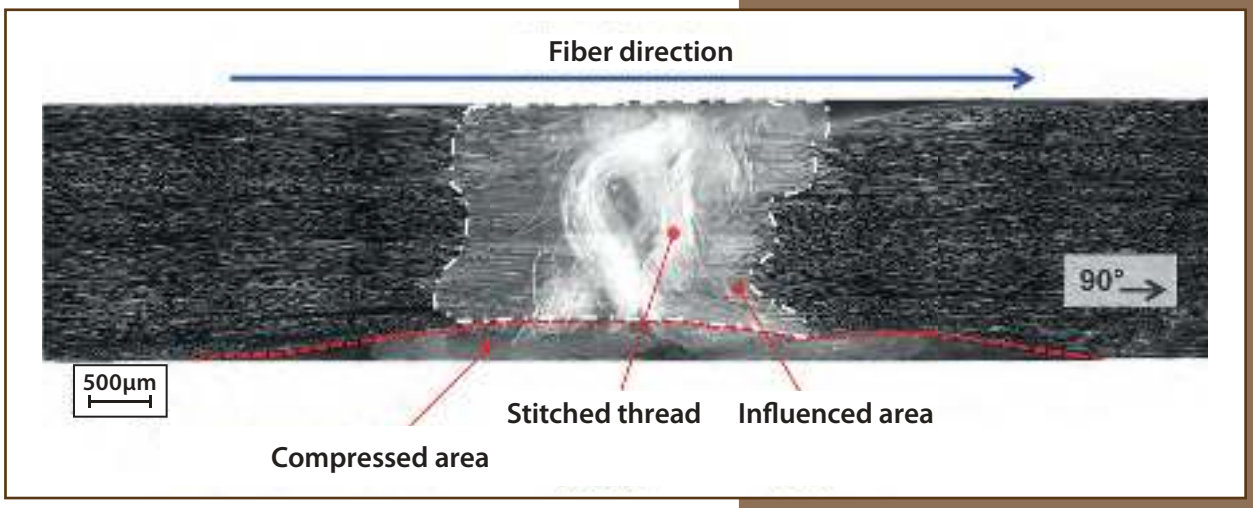
In diesem DFG-Projekt werden die Wirkzusammenhänge zwischen Strukturvariationen auf allen Skalenebenen und dem Tränkungsverhalten von DFP-Preforms erforscht.

Vernähen von DFP-Preforms zur Einbringung von Mesofließkanälen

Sewing of DFP preforms for the insertion of meso flow channels



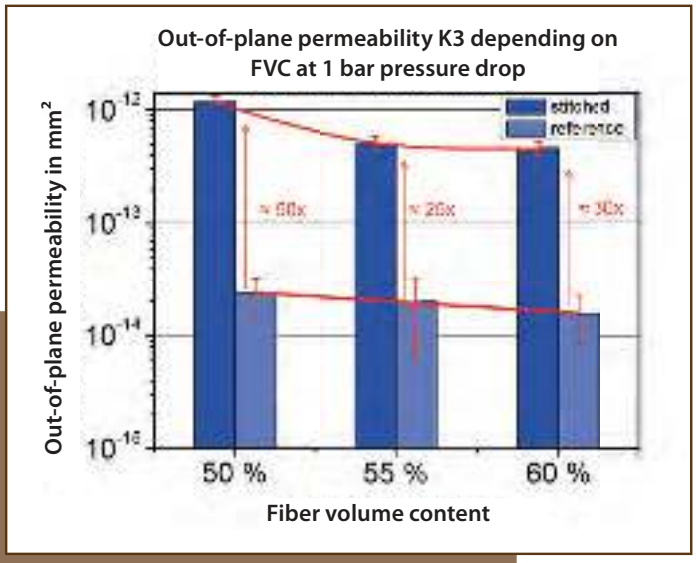
Das Projekt „Grundlagen zur Imprägnierung von Dry Fiber Placement-Preforms“ wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert (Förderkennzeichen BE 6334/1-1).



Dunkelfeldaufnahme eines Schliffbildes durch einen Nähfaden zur Darstellung des durch Vernähen beeinflussten Bereiches der Preform

Dark field microscopy of a microsection through sewing yarn for depiction of areas inside the preform influenced by sewing

Dry fiber placement (DFP) is an efficient process for the manufacturing of preforms intended for use in liquid composite molding (LCM) processes. Still, the achievable grade of fiber alignment and high fiber volume contents lead to limited impregnability of the preform compared to standard textile semi-finished products. Consequently, the aim of this research project, funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), is fundamental research concerning possibilities to enhance the impregnation behavior of DFP preforms on macro scale by manipulation of the fiber structure on micro and meso scale. For this purpose theoretical, simulative, and experimental studies will be synergetically combined to develop a holistic material model for describing the influence of different structural variations. One possibility for the enhancement of permeability is the insertion of meso flow channels by sewing the preforms. With this method an increase of permeability by factor 25–50 has been achieved. However, the influence of the fiber orientation caused by sewing leads to a reduction of mechanical performance. The detailed analysis of the preform structures created by sewing the DFP preforms allows the creation of adapted models for flow simulation. These models are used to increase the permeability to the required level by simulating various deliberately introduced structural variations, while at the same time not unduly impairing the mechanical properties by limiting the influence on the fiber structure.



Verbesserung der Permeabilität um Faktor 25–50 durch Vernähen im Vergleich zur ungenähten Preform

Improvement of permeability by factor 25–50 using sewing compared to unsewed preform

In this DFG project correlations between structural variations on all scale levels and the impregnation behavior of DFP preforms will be investigated.

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

The project "Fundamentals Concerning Impregnation of Preforms Manufactured by Dry Fiber Placement" is supported by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (funding reference BE 6334/1-1).

matthias.domm@ivw.uni-kl.de

HoSpaRo – FKV-Spaltrohre in Umwälzpumpen



Matthias Domm

Zur Förderung von Flüssigkeiten in Kreisläufen werden in der Regel Spaltrohrmotorpumpen eingesetzt, da sie hermetisch dicht und wartungsfrei sind. Das namensgebende Spaltrohr dichtet hierbei den Stator des antreibenden Elektromotors vom Fördermedium, in dem der Rotor läuft, ab. Spaltrohre aus Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) bergen aufgrund ihrer hervorragenden elektrischen Isolationsfähigkeit gegenüber herkömmlichen metallischen Spaltrohren das Potential, den Wirkungsgrad von Umwälzpumpen um bis zu 30 % zu erhöhen. Allein in Deutschland könnten hierdurch mehr als 3,5 Milliarden kWh/a Strom eingespart werden, was dem gesamten Stromverbrauch der Stadt Stuttgart entspricht. Hohe Herstellungskosten verhindern bislang jedoch eine breite Markteinführung von Spaltrohren aus FKV. Um dies zu ändern, werden zwei Ansätze verfolgt: die Reduzierung und Automatisierung von Bearbeitungsschritten sowie die Verringerung von Zykluszeiten durch die Verarbeitung von hochreaktiven Harzen im Wickelprozess. Ermöglicht wird dies durch neue Verfahren zum Mischen und Bereitstellen von Harzen sowie zur Imprägnierung der Verstärkungsfasern.

CirComp
Competence in Composites

Projektpartner / *Partner:*
CirComp GmbH

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

Im Forschungsprojekt HoSpaRo wird ein innovativer Herstellungsprozess für FKV-Spaltrohre durch die Verarbeitung schnellhärtender Harze in einem produktnahen Wickelprozess entwickelt. Ziel ist die drastische Verringerung der Herstellungskosten und Wanddicken für Spaltrohre.

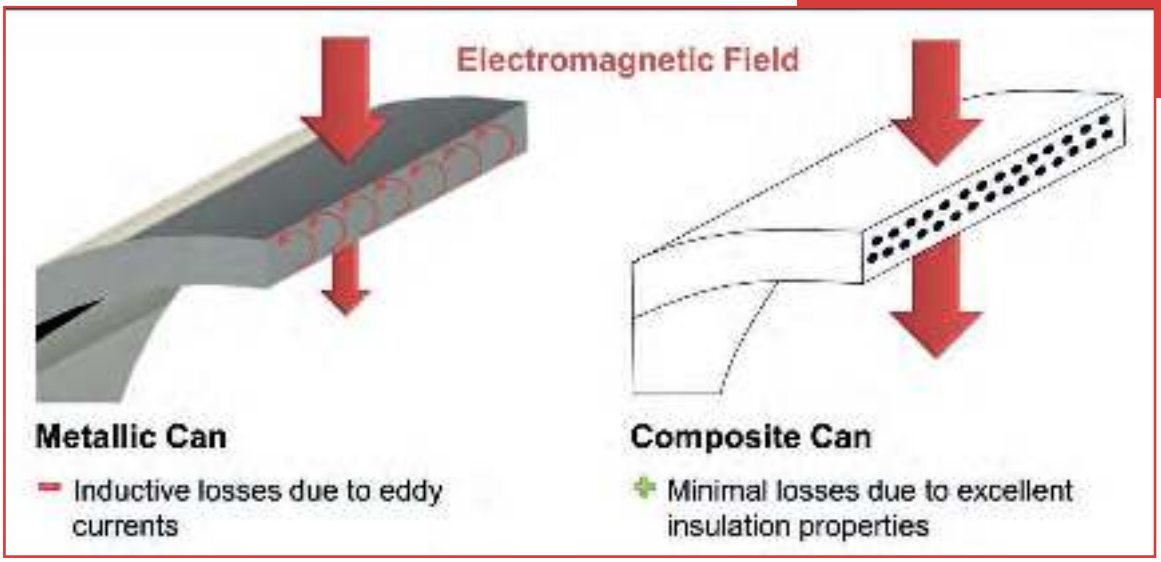


Faserverbund-Spaltrohr

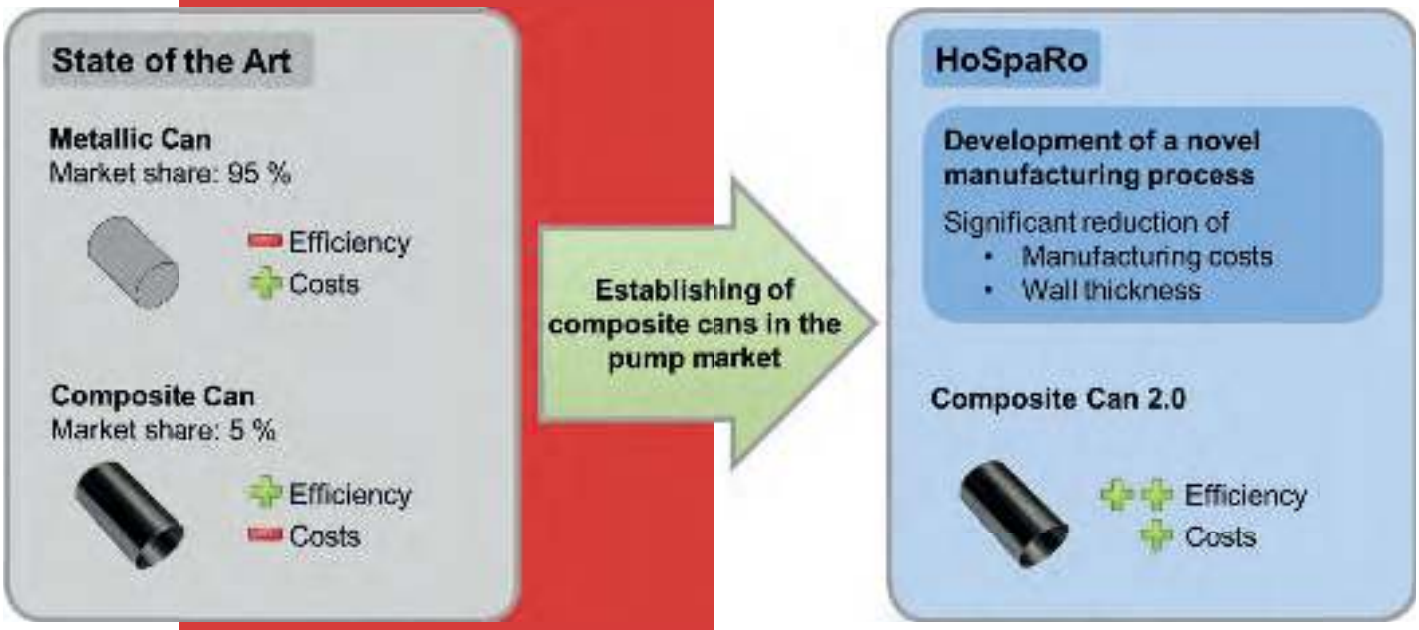
Composite can

Vorteile von FKV gegenüber metallischen Spaltrohren

Advantages of composite compared to metallic cans



Das Projekt „HoSpaRo – Hocheffizientes Produktionsverfahren für den flächendeckenden Einsatz von FKV-Spaltrohren in Umwälzpumpen“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052313TA6).



Ziele des HoSpaRo Projekts

Objectives of the HoSpaRo project

ZIM
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

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

Canned motor pumps are generally used for pumping liquids in circuits because they are hermetically sealed and maintenance-free. The can seals the stator of the driving electric motor from the pumping medium in which the rotor is running. Due to their excellent electrical insulation properties, composite cans have the potential to increase the efficiency of circulation pumps by up to 30% compared to conventional metal cans. This could lead to electricity savings of 3.5 billion kWh/a throughout Germany, which corresponds to the entire power consumption of the city of Stuttgart. However, high manufacturing costs have so far prevented a successful market launch for composite cans. In order to change this, two approaches are pursued: the reduction and automation of processing steps and the reduction of cycle times through the processing of highly reactive resins in the winding process. These are enabled by new processes for resin mixing, supplying and the impregnation of the reinforcing fibers.

Within the research project HoSpaRo an innovative manufacturing process for composite cans is developed by processing fast curing resins in a near-net-shaped filament winding process. Aim is the drastic reduction of manufacturing costs and wall thicknesses for composite cans.

The project "HoSpaRo – Highly Efficient Manufacturing Process for the Comprehensive Application of Composite Cans in Circulating Pumps" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052313TA6).

janeric.semar@ivw.uni-kl.de

HyRoS – Multifunktionale Hybridlösung zum Schutz von Rotorblättern



Jan Eric Semar

Windenergieanlagen sind extremen Belastungen und Umwelteinflüssen ausgesetzt. An den Nasenkanten der Rotorblätter kann es dadurch zu Erosion und witterungsbedingtem Eisansatz kommen, was zu Schäden und Leistungsverlusten der Anlage führt. Im Projekt „HyRoS" soll ein multifunktionaler Schutz entwickelt werden, um die Nasenkante vor Erosion zu schützen. Deshalb wird das Laminat aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) um eine polymere Deckschicht erweitert. Weiterhin soll ein auf Heizfolien basierendes Enteisungssystem direkt in das Laminat integriert werden, um Eisansatz zu verhindern oder zu entfernen und so die Effektivität der Windenergieanlage bei winterlichem Wetter zu verbessern. Hauptaufgabe des IVW sind die Untersuchungen zur Realisierung der partiellen Polymerimprägnierung und zur optimalen Perforation der Heizfolie. Zusätzlich simuliert das IVW die Blattheizung zur Vorauslegung der benötigten Heizleistung für eine spätere Heizungsregelung.

Im Projekt HyRoS wird ein neuartiger GFK/Polymer-Hybridwerkstoff entwickelt, der als multifunktionaler Schutz für Rotorblätter dienen soll. Die bisherigen Ergebnisse zur Heizfolienintegration wurden erfolgreich auf der ECCM 18 in Athen vorgestellt.

HyRoS

Projektpartner / *Partners:*

BIK – Institut für integrierte Produktentwicklung (Universität Bremen)

HERMES Systeme GmbH

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

K.L. Kaschier- und Laminier GmbH

SAERTEX GmbH & Co. KG

WRD Wobben Research and Development GmbH (ENERCON)



© ENERCON

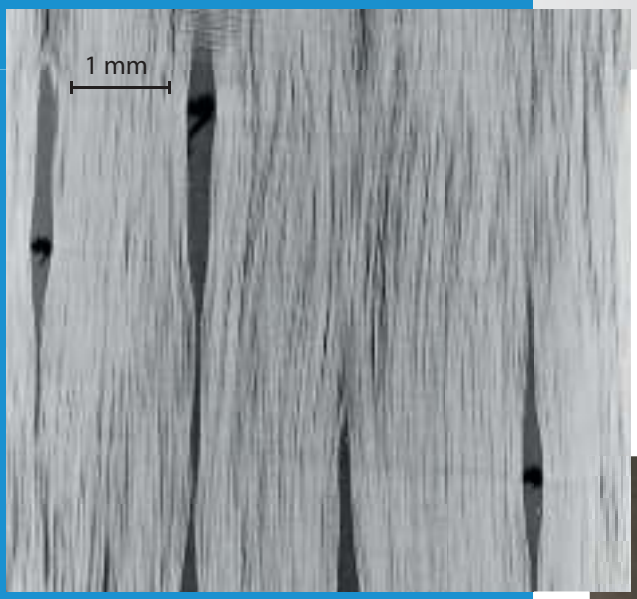


Schälversuche zur Bestimmung der Verbindungsfestigkeit zwischen Erosionsschutzschicht und Laminat

Peel-off tests to determine the bond strength between erosion protection layer and laminate

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

Das Projekt „HyRoS – Multifunktionale Hybridlösung zum Schutz von Rotorblättern" wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen der Energieforschung aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert und vom Projektträger Jülich (PTJ) betreut (Förderkennzeichen 0325937G).



Röntgenaufnahme des Verbundwerkstoffs mit an den Nahtstellen des Geleges eingedrungenem Erosionsschutzmaterial

X-ray image of the composite material with erosion protection material penetrating at the seams of the fabric

Zugscherversuch zur Bestimmung der Verbindungsfestigkeit zwischen perforierter Heizfolie und Laminat

Tensile shear test to determine the bonding strength between perforated heating foil and laminate



HyRoS – Multifunctional Hybrid Rotor Blade Protection System

Wind turbines are subject to adverse environmental conditions, such as rain erosion and icing, which lead to damages and power losses at the rotor blades' leading edges. Within the project "HyRoS", a multifunctional protection system is developed to protect the leading edges. This is done by adding an additional polymeric coating film to the glass fiber reinforced plastic. Furthermore, an electrical heating foil will be included in the structure to avoid or remove icing. This will increase the efficiency of wind turbines by reducing turbulence on the rotor profile, damages due to high peripheral speeds, maintenance intervals, and logistic costs. Additionally, the wind turbines effectivity under icing conditions will improve. The main tasks of IVW are the integration of the surface coating into the glass fiber textile and the development of a suitable heating foil perforation. Furthermore, a thermal simulation of the heating system is done which serves as basis for the design of the heating control system.

A new glass fiber/polymer hybrid material to protect rotor blades will be developed in the HyRoS project. The results on heating foil integration were successfully presented at the ECCM 18 in Athens.

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

The project "HyRoS – Multifunctional Hybrid Rotor Blade Protection System" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy as part of the energy research program on the basis of a decision by the German Bundestag and supervised by the Projektträger Jülich (PTJ) (funding reference 0325937G).

yves.becker@ivw.uni-kl.de

HySpine – Entwicklung eines metallfreien Spinalimplantates



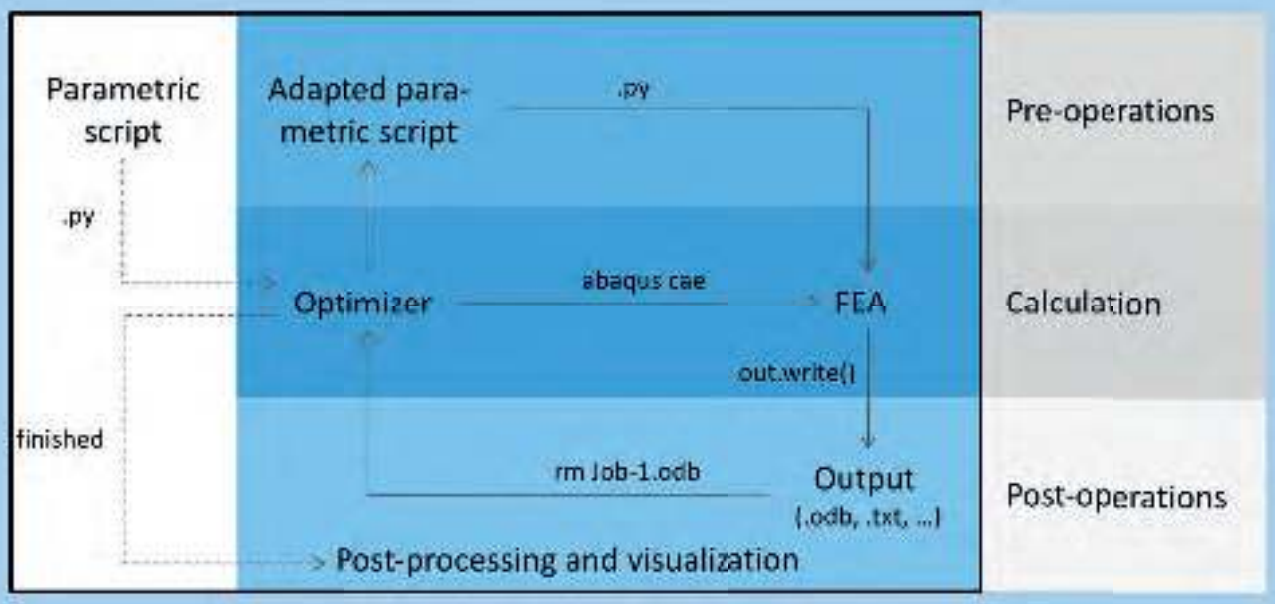
Yves Becker

Mit steigender Lebenserwartung nimmt die Bedeutung von operativen Behandlungen zu, um weiterhin eine hohe Lebensqualität zu garantieren. Aufgrund der alternden Bevölkerung steigt auch die Zahl an Operationen. Rückenprobleme treten häufig bei älteren Patienten auf, aber auch die jüngere Generation leidet bereits oft an Rückenschmerzen. Pedikelschraubensysteme werden bei der operativen Behandlung der Wirbelsäule verwendet, um betroffene Bereiche zu fixieren. Das Standardmaterial für solche Systeme ist Titan, dass sich durch eine gute Biokompatibilität auszeichnet. Allerdings bildet sich der Knochen aufgrund der hohen Implantatsteifigkeit zurück. Des Weiteren zeigen bildgebende Verfahren der Medizintechnik (Röntgen, CT, MRT) Artefakte, die die post-operative Patientenbetreuung erschweren. Diese Nachteile können durch ein metallfreies Pedikelschraubensystem vermieden werden. Kohlenstofffaserverstärktes Polyetheretherketon (CF-PEEK) ist biomedizinisch zugelassen und kann als Implantatwerkstoff verwendet werden. Ein CF-PEEK Pedikelschraubensystem zeigt keine Artefakte bei bildgebenden medizinischen Verfahren, wodurch die Betreuung der Patienten erleichtert wird.

In diesem Projekt werden Finite-Elemente-Analysen und parametrische Optimierungen durchgeführt. Ein neuartiges Design des Pedikelschraubensystems wird entwickelt, welches das Verhalten der eingesetzten Verbundwerkstoffe optimal berücksichtigt. Gegen Ende des Projekts werden mechanische und biomechanische Prüfungen durchgeführt, um unter anderem die Grundlagen für den Zertifizierungsprozess zu legen.

Optimierungsprozess

Optimization process



Das Eurostars Projekt „HySpine – Entwicklung eines nichtmetallischen Spinalimplantates basierend auf einer neuen Composite-Fertigungstechnologie“ wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 01QE1633C).

Projektpartner / *Partners:*
NEOS Surgery S.L.
SCHLIESSMEYER GmbH

SPONSORED BY THE
Federal Ministry of Education and Research



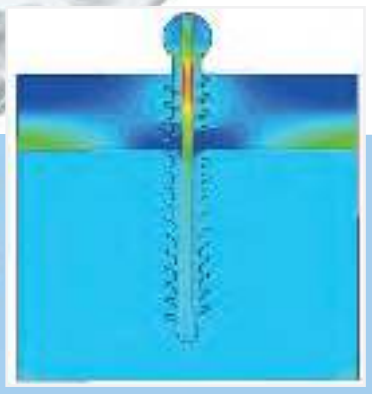
© ulrich medical GmbH & Co. KG

Pedikelschraubensystem

Pedicle screw system

Since life expectancy steadily increases, surgeries become more and more important to insure quality of life. Due to the aging population, the number of surgeries is increasing. Spinal and back disorders are common problems of older people, but also the younger population often suffers from back pain. Pedicle screw systems are widely used in spinal fusion surgery to fix certain parts of the human spine. The standard material for pedicle screw systems is titanium, which is characterized by a good biocompatibility. However, bones degenerate due to the stiff metallic implants. Furthermore, medical images (X-ray, CT, MRI) show artefacts which contribute to complicated patient follow-up and uncertainties in post-operative treatments. These disadvantages will be eliminated when metal-free pedicle screw systems are used. Carbon fiber reinforced polyether ether ketone (CF-PEEK) is biomedically approved and can be used as an implant material. A CF-PEEK pedicle screw system shows no artefacts in medical imaging technologies. Due to this fact, patient follow-up is easier and risks of post-operative procedures are reduced.

In this project, finite element analyses and parametric optimizations are conducted. A new design of the pedicle screw system is developed which takes the composite material behavior into account. Finally, mechanical and biomechanical tests are performed to initiate the process of certification.



Spannungsverteilung der Pedikelschraube und des Knochenmaterials (parametrisches Finite-Elemente-Modell, Auszugslastfall)

Stress distribution of pedicle screw and bone material (parametric finite element model, pull-out loading case)

The Eurostars project "HySpine – Development of a Non-Metallic Spinal Implant Based on a New Composite Processing Technology" is funded by the Federal Ministry of Education and Research on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 01QE1633C).

andreas.kraemer@ivw.uni-kl.de

IMAPRESS – Innovative Werkzeuge für extrabreite Organobleche



Andreas Krämer

Die Intervallheißpresstechnik ist ein semi-kontinuierliches Verfahren zur wirtschaftlich effizienten Herstellung von kontinuierlich faserverstärkten thermoplastischen Laminaten, sogenannten Organoblechen. Im Thermoformprozess können die thermoplastischen Halbzeuge zur gewünschten Bauteilgeometrie umgeformt werden. Die steigende Nachfrage nach Halbzeugen mit einer Breite von mehr als 1 m erfordert eine Weiterentwicklung des aktuellen Herstellungsprozesses. Die maximale Breite wird maßgeblich durch die technisch anspruchsvolle Imprägnierung der Verstärkungstextilien mit der hochviskosen thermoplastischen Matrix limitiert. Zur Herstellung porenfreier und qualitativ hochwertiger Organobleche muss die im Laminat eingeschlossene Luft aus dem Aufbau verdrängt werden. Während die Luftverdrängung in Prozessrichtung durch die heute eingesetzte Technik noch ausreichend forciert wird, stellt die Imprägnierung der quer zur Prozessrichtung liegenden Verstärkungsfasern eine Herausforderung dar. Im Rahmen des Projekts IMAPRESS wird eine Technologie entwickelt, welche die Integration intelligenter Werkzeuge in Kombination mit entsprechenden technischen Lösungen zur Prozesssteuerung vorsieht und die Imprägnierleistung signifikant steigern soll.

Ziel des Projekts IMAPRESS ist die Entwicklung einer neuen IHP-Technologie zur Herstellung von Organoblechen mit einer Breite von 50 Zoll (1.270 mm).

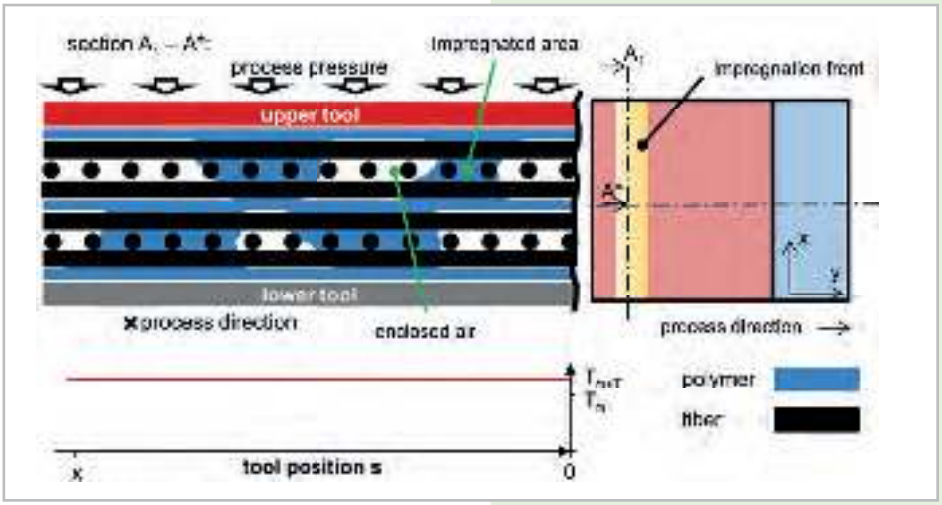
Projektpartner / *Partners:*
Neue Materialien Fürth GmbH
Teubert Maschinenbau GmbH



Intervallheißpresse des IVW

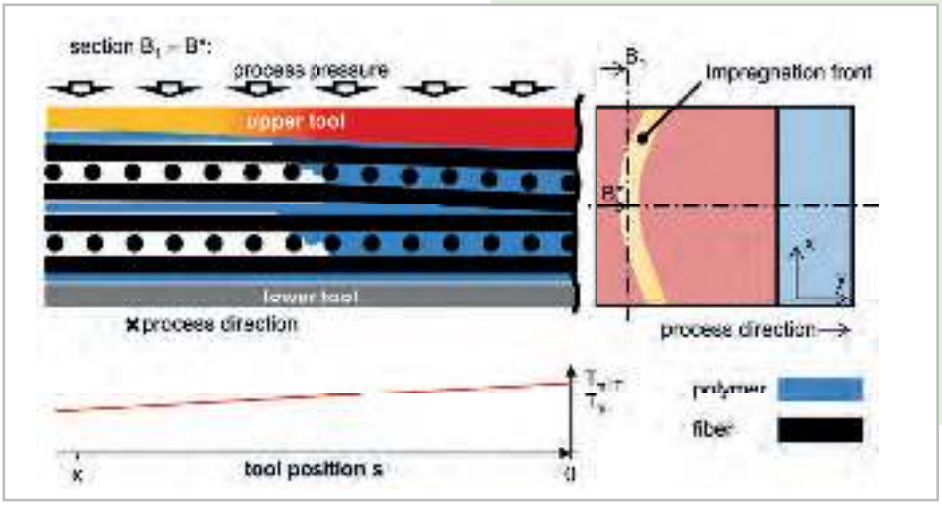
Semi-continuous compression molding machine of IVW

Das Projekt „IMAPRESS – Steigerung der Imprägnierleistung der Intervall-Heißpresstechnik durch adaptive Presswerkzeuge für die zukünftige Herstellung von 50“-Organoblechen“ wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052318RU7).



Stand der Technik:
Gerade Imprägnierfront infolge einer konstanten Temperaturverteilung über die Anlagenbreite

State of the art:
Straight impregnation front due to a constant temperature distribution over the plant width



Optimierte Imprägnierfront durch eine variable Temperaturverteilung über die Anlagenbreite

Optimized impregnation front due to a variable temperature distribution over the plant width

Semi-continuous compression molding machines are suitable for an economically efficient production of continuously fiber-reinforced thermoplastic laminates, so-called organo sheets. In a subsequent thermoforming process the thermoplastic semi-finished products can be shaped into the desired component geometry. The increasing demand for semi-finished products with a width of more than 1 m requires a further development of the current technology. The maximum width is significantly limited by the technically demanding impregnation of the reinforcement fibers with highly viscous thermoplastic polymers. To produce high-quality organo sheets with low porosity, enclosed air inside the laminate must be displaced from the structure. While air displacement in the process direction is sufficiently forced by the technology used today, the impregnation of the reinforcing fibers lying transversely to the process direction is challenging. Within the IMAPRESS project a technology will be developed which allows a higher performance in thermoplastic impregnation by using integrated smart tools in combination with appropriate process control.

The aim of the IMAPRESS project is the development of a new semi-continuous compression molding technology for the production of organo sheets of 50 inches (1,270 mm) width.

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

The project "IMAPRESS – Increasing the Impregnation Performance of the Semi-Continuous Compression Molding Process by Adaptive Pressing Tools for the Future Production of 50" Organo Sheets" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052318RU7).

stephan.becker@ivw.uni-kl.de

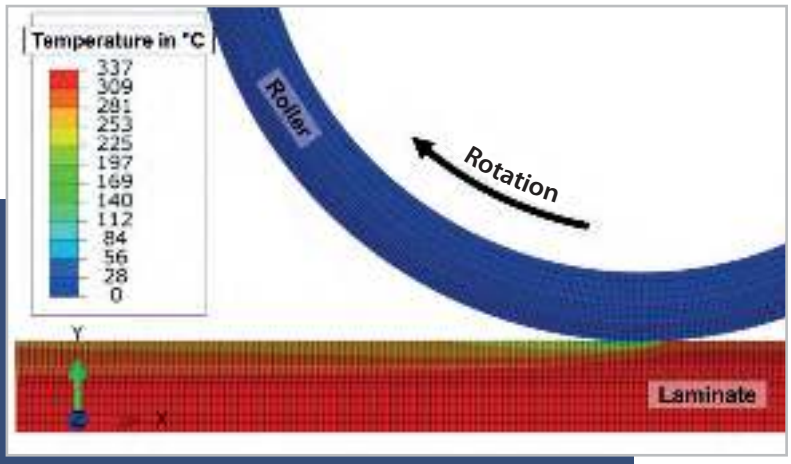
Induktionsschweißen von CFK



Stephan Becker

Im Rahmen des DFG-Projekts „Prozessoptimierung des Induktionsschweißens von kontinuierlich kohlenstofffaserverstärkten Thermoplasten (CFK) mit Hilfe der Prozesssimulation“ wurden Aufheizversuche mit kohlenstofffaserverstärkten Organoblechen durchgeführt. Die hierbei verwendeten Verstärkungshalbzeuge unterscheiden sich hinsichtlich ihrer textilen Parameter, um deren Einfluss auf das induktive Erwärmungsverhalten zu bestimmen. Mit Hilfe der dadurch gewonnenen Erkenntnisse wurde speziell für das Induktionsschweißen ein optimaler Laminataufbau abgeleitet. Dieser soll dazu beitragen, dass der resultierende Wärmeeintrag in der Fügezone wesentlich höher ist als der im oberflächennahen Laminatbereich des Fügeteils. Um diese Erwärmungscharakteristik stärker zu provozieren, wird die dem Induktor zugewandte Oberfläche des Fügeteils zusätzlich aktiv gekühlt. Hierdurch wird ein Aufschmelzen der Laminatoberfläche während des Schweißprozesses und somit eine mögliche oberflächennahe Delamination verhindert. Vorversuche mit Druckluft als Kühlmedium waren bereits erfolgreich. Für höhere Prozessgeschwindigkeiten werden alternative Kühlmethoden untersucht. Weitere Projektziele sind die Vorhersage der erreichbaren Fügefestigkeit für vorgegebene Prozessrandbedingungen sowie die theoretische Vorabdefinition von Prozessparametern für neue Materialkombinationen.

Hauptziel ist es, die Geschwindigkeit des kontinuierlichen Induktionsschweißprozesses von kontinuierlich kohlenstofffaserverstärkten Thermoplasten, speziell von Organoblechen, deutlich zu erhöhen sowie die Fügequalität auf Autoklavniveau zu steigern.

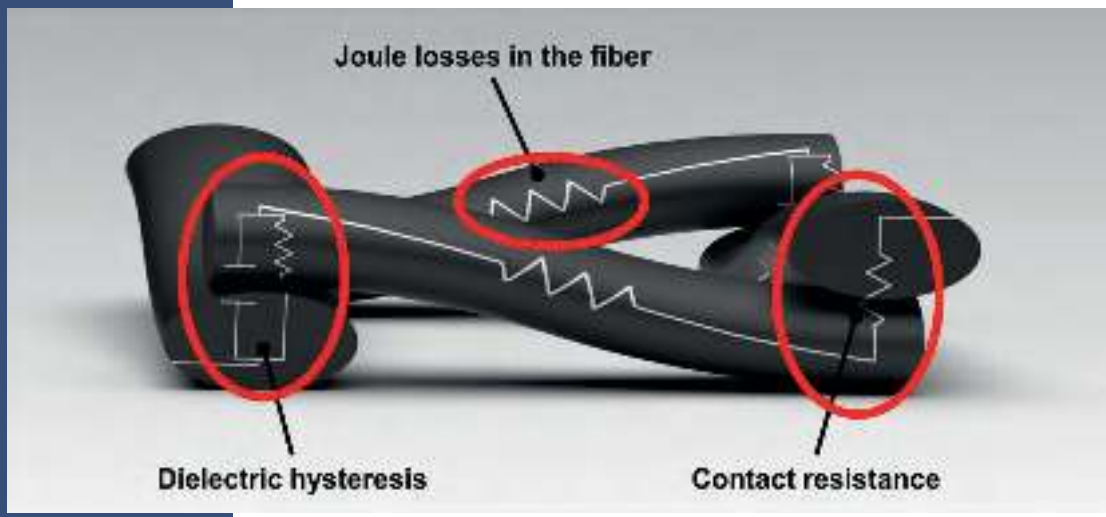


Schematische Darstellung der Aufheizmechanismen bei kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen

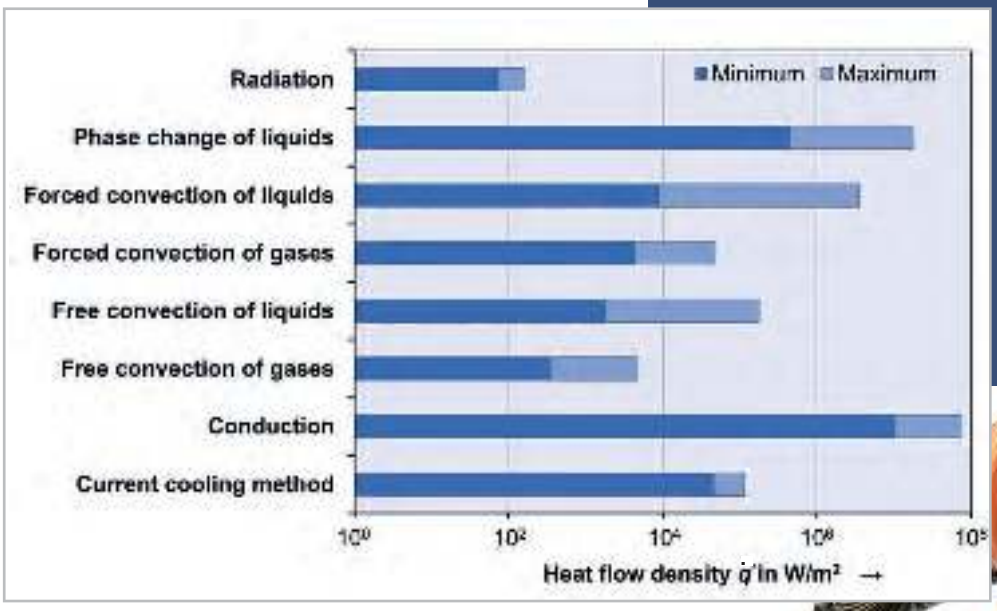
Schematic depiction of the heating mechanisms of carbon fiber reinforced composites

Simulation zur Optimierung der Kühlleistung der Konsolidierungsrolle

Simulation for optimizing the cooling rate of the consolidation roller



Das Projekt „Prozessoptimierung des Induktionsschweißens von kontinuierlich kohlenstofffaserverstärkten Thermoplasten mit Hilfe der Prozesssimulation“ wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert (Förderkennzeichen Mi647/27-1).

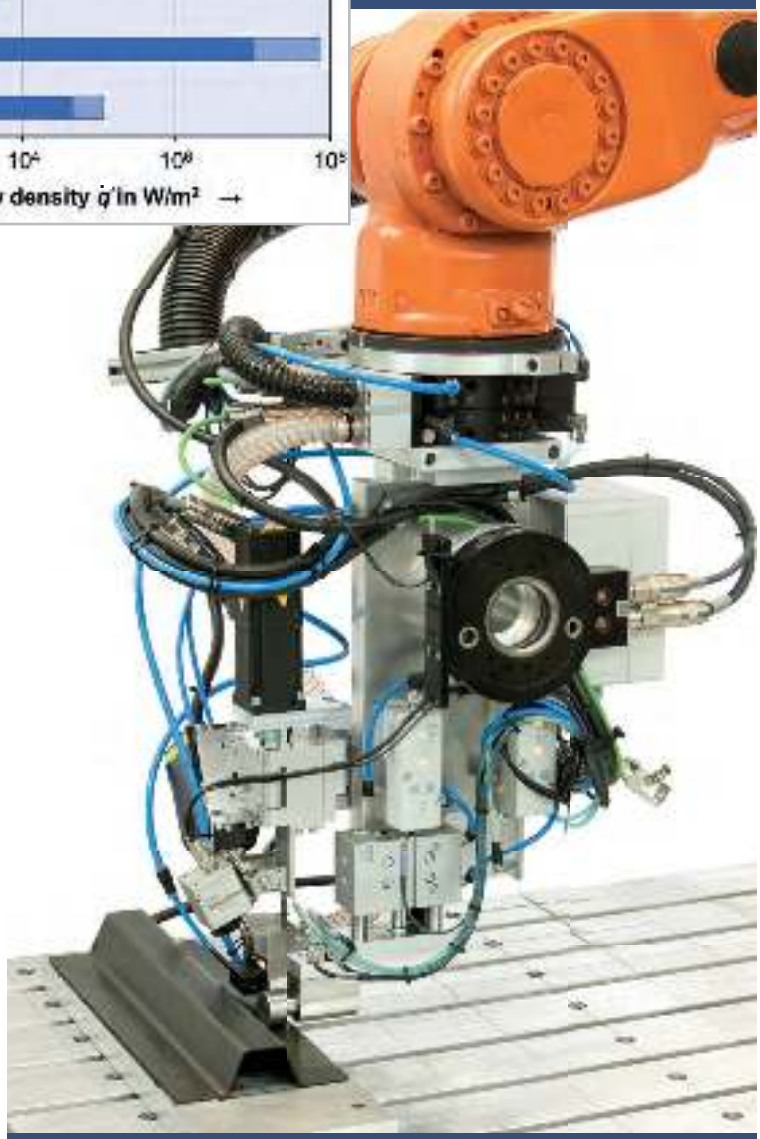


Vergleich der Wärmestromdichten zwischen der aktuellen Oberflächenkühlung und gängigen Kühlmethoden

Comparison of heat flow densities of the current surface cooling with common cooling methods

Within the DFG project "Process optimization of induction welding of continuous carbon fiber reinforced thermoplastics using process simulation" inductive heating tests with carbon fiber reinforced organo sheets were performed. The used fabric reinforcement structures differ in their textile parameters in order to determine their influence on the inductive thermal behavior. Based on the gained results, the laminate structure of the joining partners were optimized in particular for induction welding. This is to ensure that the energy input in the joining zone is much higher than in the near-surface areas. To further intensify this heating characteristic, the coil facing surface is additionally actively cooled down to prevent the melting of the surface during the welding process and consequently a possible delamination. Preliminary tests with compressed air as cooling medium were already successful. For higher process speeds alternative cooling methods will be investigated.
Further project goals are the prediction of the achievable joint strength of an induction welded joint for given boundary conditions and the theoretical predefinition of process parameters for new material combinations.

The main target of this project is to increase the velocity of the induction welding process of continuous carbon fiber reinforced thermoplastic composites, especially organo sheets, as well as to improve the joining quality to autoclave level.



Kontinuierliches Induktionsschweißen eines CF-PPS-Omega-Profils mit einem CF-PPS-Laminat mit Hilfe des Induktionsschweißroboters des IVW

Continuous induction welding of a CF-PPS omega-stringer with a CF-PPS laminate skin sheet by means of the induction welding robot of IVW

The project "Process Optimization of Induction Welding of Continuous Carbon-Fiber Reinforced Thermoplastics by Process Simulation" is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (funding reference Mi647/27-1*).*

florian.gortner@ivw.uni-kl.de

InfraHeat – Entwicklung eines Infrarot-Absorbers



Florian Gortner

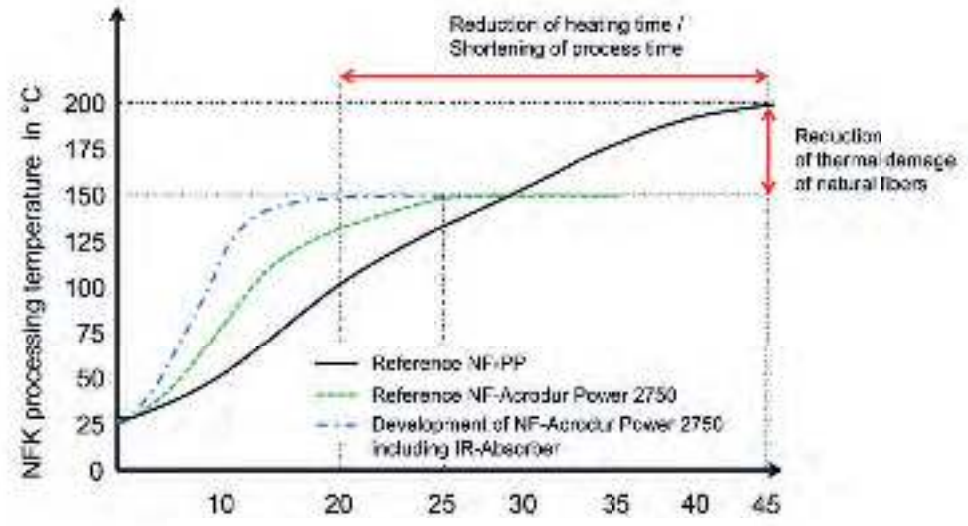
Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) zeichnen sich durch ihre sehr geringe Dichte und die dabei sehr guten mechanischen Eigenschaften aus. In den letzten Jahrzehnten haben sich NFK-Bauteile in der europäischen Automobilindustrie etabliert und werden hauptsächlich in semi-strukturellen Anwendungen wie zum Beispiel Türverkleidungen und Kartentaschen verbaut. Die Bauteile basieren meist auf Hybridfliesen, welche aus Natur- und Thermoplast-Schmelzfasern bestehen und in einer Pressstraße verarbeitet werden. Hierbei findet die Imprägnierung in einer Kontaktheizpresse und die direkt anschließende Formgebung in einer Umformpresse statt. Verarbeitungsbedingt sind somit zwei Pressen erforderlich, sodass die Verarbeitung von NFK mit einem erheblichem Investitionsaufwand und Platzbedarf verbunden ist. Diese Problematik wird im vorliegenden Projekt adressiert. Durch die Entwicklung eines Infrarot-Absorbers für neuartige vorverfilmte Naturfaservliese, welche eine rein selektive Erwärmung der polymeren Matrix in den Vliesen ermöglichen, wird eine Verschlankung der Prozesskette ermöglicht.

In diesem Forschungsprojekt werden IR-Absorber zur Absorption mittelwelliger IR-Strahlung, welche durch Naturfasern transmittiert wird, entwickelt. Diese Absorber werden in eine polymere Matrix implementiert. Dies ermöglicht eine schnelle und gleichzeitig schonende Erwärmung der Halbzeuge ohne Schädigung der Naturfasern, da das Halbzeug auf nur 150 °C erwärmt werden muss. Weiterhin wird die Prozesskette zur Verarbeitung von NFK verkürzt.

Projektpartner / *Partners:*
J. Dittrich und Söhne Vliesstoffwerk GmbH
Schäfer Additivsysteme GmbH

Reduktion der Aufheizdauer und Minimierung der thermischen Schädigung von Naturfasern durch Auswahl einer alternativen Matrix

Reduction of heating time and thermal damage of NF-nonwoven material by choosing an alternative matrix system



Process time until processing temperature in the core is reached in seconds

Das Projekt „InfraHeat – Entwicklung eines Infrarot-Absorbers zur selektiven Erwärmung eines Duroplast-Binders in Naturfaser-Vliesen“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052314SL6).

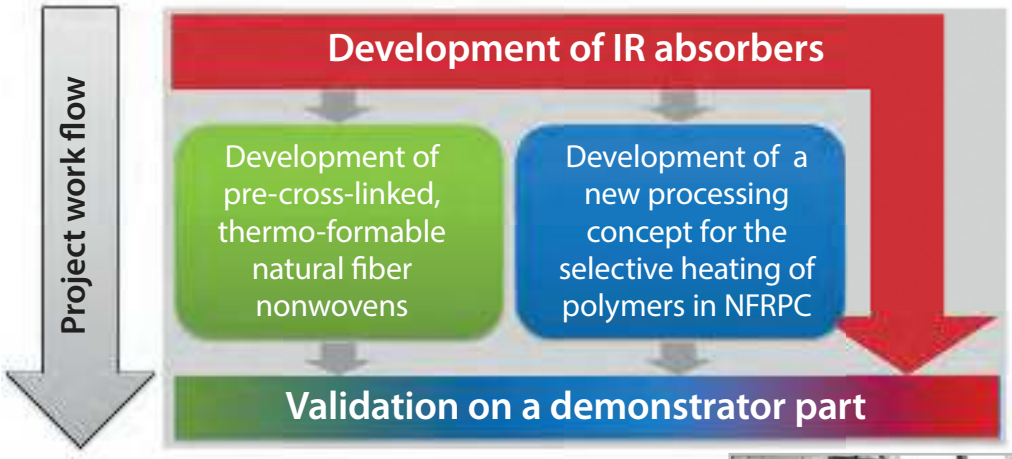
Arbeitsinhalte der Projektpartner

Work content of the project partners

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag



Schäfer Additivsysteme

J. Dittrich & Söhne Vliesstoffwerk

Institute for Composite Materials

Natural fiber reinforced polymer composites (NFRPC) are characterized by low density and very good mechanical properties. In recent decades, NFRPC have been established in the European automotive industry and are mainly used in semi-structural parts such as door panels and map pockets. The components are mostly based on hybrid nonwoven materials based on natural fibers and thermoplastic melt fibers and are processed on a press processing plant. Here they are impregnated in a calibration press and subsequently shaped in a forming press. Because both presses are needed, the processing of NFRPC is associated with substantial investments and space requirements. These problems are being addressed in the project "InfraHeat". The development of an infrared absorber for novel pre-crosslinked natural fiber nonwovens, which enable a selective heating of the polymer matrix system, will render a streamlining of the process chain possible.



Entwickeltes IR-Strahlerfeld zur optimierten Erwärmung der additivierten NF-Proben im Labormaßstab

Newly developed IR-radiation field for optimized heating of modified NF-nonwoven material in laboratory scale

In this research project suitable IR-absorbers that absorb IR-radiation in frequency ranges transmitted by natural fibers (middle wave radiation) are developed and implemented into a polymer matrix system. This enables a fast and simultaneous gentle heating of the semi-finished products without damage to the natural fibers, based on a lower processing temperature of 150°C. Furthermore, the process chain for processing of NFRPC is optimized.

The project "InfraHeat – Development of an Infrared Absorber for the Selective Heating of a Thermoset Binder in Natural Fiber Nonwovens" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052314SL6).

david.may@ivw.uni-kl.de

Internationale Benchmarkstudie zur textilen Permeabilitätsmessung



David May

Bei Harzinjektionsverfahren wird die trockene Faserstruktur mit einem Harzsystem imprägniert. Hierbei ist insbesondere die Permeabilität von Bedeutung, welche die Leitfähigkeit der Faserstruktur für die Fluidströmung quantifiziert. Allerdings gibt es heute keinen standardisierten oder gar genormten Ansatz für deren Messung. Bei der 13. International Conference on Flow Processes in Composite Materials (FPCM) 2016 in Kyoto wurde das IVW mit der Durchführung einer internationalen Benchmarkstudie zur Ebenenpermeabilitätsmessung, basierend auf dem sogenannten „radial flow"-Ansatz, beauftragt.

19 Forschungseinrichtungen aus fünf Kontinenten führten Versuche an zwei von der Saertex GmbH & Co. KG und der Hexcel Corp. gesponserten Textilien durch, wobei sie einer vorgegebenen Guideline folgten. Darüber hinaus gab es einen umfangreichen Fragenkatalog hinsichtlich Messsystem und -methodik.

Bei der FPCM 14 in Luleå wurden die Ergebnisse der Studie im Rahmen eines speziellen und von David May geleiteten Workshops vorgestellt. Zusammengefasst konnte die grundsätzliche Vergleichbarkeit der mit verschiedenen Systemen ermittelten Ergebnisse gezeigt werden. Aus den Ergebnissen werden nun Mindestanforderungen an Messsysteme und Datenanalysemethoden abgeleitet und die Resultate im Rahmen einer gemeinsamen Publikation aller Teilnehmer veröffentlicht. Durch weitere vom IVW organisierte, thematisch fokussierte Benchmarkstudien sollen verbleibende offene Fragen hinsichtlich möglicher Einflüsse auf die Messung untersucht werden. Das Ziel ist es, bis zur nächsten FPCM im Jahr 2020 einen Quasi-Standard zu definieren. Das IVW engagiert sich zudem in einem internationalen Organisationsteam zu einer neuen Benchmarkstudie zur „virtuellen" Permeabilitätsmessung.

Als Organisator der internationalen „radial flow"-Benchmarkstudie zur Permeabilitätsbestimmung erarbeitete das IVW einen wesentlichen Beitrag im Bereich der Grundlagenforschung für die verlässliche Auslegung von LCM-Prozessen.

Organisationskomitee für die internationale Benchmarkstudie

Organization committee for the international benchmark study



Teilnehmer der internationalen Benchmarkstudie

Participants of the international benchmark study



INTEMA, Buenos Aires
IVW, Kaiserslautern
ITAINNOVA, Aragón
TU Clausthal
MTU, Leoben
ETH Zürich
University of Auckland

Koc University, Istanbul
Khalifa University, Abu Dhabi
Universität Stuttgart
National Physical Laboratory, Teddington
École des Mines d'Albi
Nottingham University

INEGI, Porto
Institute de Soudure
Brigham Young University, Provo
Skolkovo Institute, Moskau
École des Mines de Douai
Purdue University, West Lafayette

In liquid composite molding (LCM) processes a dry fiber reinforcement is impregnated by a resin system. In this context the permeability - which quantifies the conductivity of the reinforcing fiber structure for the liquid flow - is particularly important. However, up to now there is no standard for the permeability measurement. Therefore, in 2016 at the 13th International Conference on Flow Processes in Composite Materials (FPCM) in Kyoto, IVW was entrusted with the organization of an international benchmark study on textile in-plane permeability based on radial flow experiments. 19 organizations from five continents performed experiments on two textiles sponsored by Saertex GmbH & Co. KG and Hexcel Corp. based on a detailed guideline. Additionally, the participants answered an extensive questionnaire dealing with their measurement equipment and procedure. At the FPCM 14 in Luleå the results were presented during a special workshop conducted by David May. In summary, it could be shown that the comparability of results gained with different systems is basically given. Minimum requirements for measurement systems and data processing methods are now derived and the results are published as a peer-reviewed paper jointly submitted by all participants. Further topic-focused benchmark studies, organized by IVW, will investigate remaining open questions regarding potential influences on the measurement. The target is to develop a quasi-standard until the next FPCM in 2020. IVW is also involved in an international organization team for a novel benchmark study on "virtual" permeability characterization.

As organizer of the international benchmark study on permeability characterization based on radial flow, IVW made a significant contribution in the field of LCM-related fundamental research towards a reliable process design.

tim.krooss@ivw.uni-kl.de

LIBRE – Lignin basierte Kohlenstofffaser-Verbundwerkstoffe



Tim Krooß

Das EU-Projekt LIBRE fokussiert die Entwicklung von Kohlenstofffasern (CF) auf Basis nachwachsender Rohstoffe als „grüne Alternative" zu konventionellen Polyacrylnitril (PAN) basierten Verstärkungsfasern. Schlüsselfaktor ist die Verwendung von Ligninen, dem Naturzement in pflanzlichen Zellwänden. Lignine können in den konventionellen Prozessschritten zu Kohlenstofffasern mit der typischen Graphitstruktur verarbeitet werden. Dazu ist es notwendig sie in eine vorläufige, stabilere Form, die sogenannte Precursor Faser (PF) zu überführen. Ein wichtiger Bestandteil der Produktionskette ist das Schmelzspinnen dieser PF. Da Lignin ein spröder und thermisch anfälliger Stoff ist, werden ihm duktilere und temperaturbeständigere Komponenten beigemischt. Ein essentieller Faktor bei dieser Entwicklung ist die resultierende Kohlenstoffausbeute der Blends nach dem Karbonisieren, welche im Wesentlichen von den beteiligten Stoffen abhängig ist. Neben der Entwicklung maßgeschneiderter Lignin/Biopolymer-Blends ist ein weiteres Aufgabengebiet die Analyse des Mikrowellen-Absorptionsverhaltens der PF-Blends mittels organischer Absorber. Diese werden zusätzlich in die Blends eingearbeitet, um im späteren Graphitisierungsschritt die Fasern mittels Mikrowellentechnologie zu erwärmen und so die Effizienz des CF-Prozesses zu verbessern.

Ziel des Projektes ist es, auf Basis der hergestellten Lignin/Polymer Blends spinnfähige Precursor Fasern zu erzeugen, die sich für die Weiterverarbeitung zu hochwertigen Kohlenstofffasern eignen. Das Projekt adressiert Hersteller von Verstärkungsfasern sowie Anwender in der Faserverbundindustrie und eröffnet umweltfreundlichere Alternativen zu konventionellen PAN basierten Kohlenstofffasern.

Projektpartner / *Partners:*

Centre Scientifique et Technique
de l'Industrie Textile Belge, Belgium

Centro Ricerche Fiat S.C.p.A., Italy

Chalmers University of Technology, Sweden

C-Tech Innovation Limited, United Kingdom

Deutsche Institute für
Textil- und Faserforschung Denkendorf, Germany

Dralon GmbH, Germany

ÉireComposites Teo, Ireland

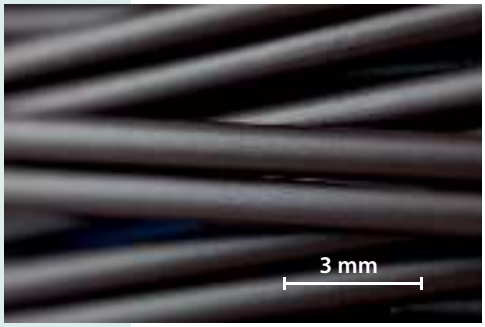
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e.V., Germany

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Germany

TECNARO GmbH, Germany

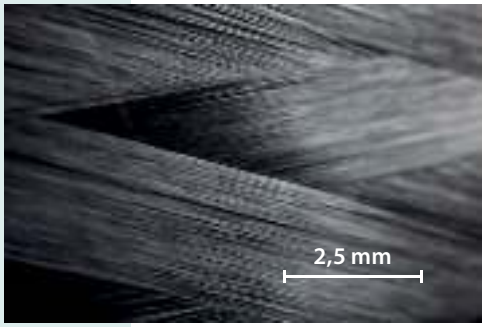
University of Bolton, United Kingdom

University of Limerick, Ireland



Extrudiertes Lignin/Bio-Polymer Monofilament

Extruded lignin/biopolymer monofilament



Das Ziel:
Hochleistungsfähige Kohlenstofffasern

The goal:
High performance carbon fibers

Das Projekt „LIBRE – Lignin Based Carbon Fibres for Composites" wird durch das Bio-Based Industries Joint Undertaking im Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizont 2020" der Europäischen Union finanziert (Förderkennzeichen 720707).



Spulen Lignin basierter Monofilamente und Kohlenstofffasern

Bobbins of lignin based monofilaments and carbon fibers

The EU project LIBRE focuses the development of carbon fibers (CF) on the basis of renewable resources as a sustainable alternative for conventional fossil polyacrylonitrile (PAN) based reinforcement fibers. Key factor is the use of lignin known as the cement in herbal cell walls. Lignin can be processed in conventional steps into carbon fibers with their typical graphite structure. Therefore, it is necessary to convert the lignin to a preliminary, more stable form, the so-called precursor fiber (PF). An important part of the production chain is the melt-spinning of these PFs. Since lignin is brittle and thermally susceptible, it is mixed with ductile and temperature resistant components. An essential factor is the resulting carbon yield of the PF after the carbonization step which mainly depends on the blends' constituents. Besides the development of tailored lignin/biopolymer blends, another target is the analysis of microwave absorption behavior of PF blends via organic absorbers. These are additionally incorporated in the blends to enable microwave heating of the PF during the graphitization step. Thereby the efficiency of the entire carbon fiber process will be further improved.

The goal of the project is to develop high quality carbon fibers on the basis of lignin/polymer blends and derived precursor fibers. The project addresses manufacturers of reinforced fibers and users in the fiber composite industries and provides environment-friendly alternatives to conventional PAN based reinforcement fibers.

The project "LIBRE – Lignin Based Carbon Fibres for Composites" is funded by the Bio-Based Industries Joint Undertaking within the European Union's "Horizon 2020" research and innovation program (funding reference 720707).

benjamin.kelkel@ivw.uni-kl.de

Listen2theSOURCE – Schadensereignisse in FKV akustisch identifizieren



Benjamin Kelkel

Im Projekt Listen2theSOURCE entwickelt das IVW gemeinsam mit der iNDTact GmbH neue Mess- und Auswertemethoden, um mit der Schallemissionsanalyse (SEA) Schadensereignisse in Faserkunststoffverbunden (FKV) zu identifizieren. Das Projekt zielt darauf ab, dem Anwender der SEA die notwendigen Werkzeuge zur Verfügung zu stellen, um Schäden wie Delaminationen, Faser- und Matrixbrüche im Moment der Entstehung zuverlässig anhand ihrer charakteristischen akustischen Emission zu identifizieren. Die Wahrnehmung und Einordnung der akustischen Ereignisse erfolgt dabei durch piezoelektrische Sensoren und entsprechende Algorithmen der Mustererkennung. Im Gegensatz zum Stand der Technik werden im Projekt insbesondere die Material-, aber auch Geometrie- und Sensoreinflüsse auf das zugrundeliegende Messsignal berücksichtigt, um die unabhängigen Charakteristika der Quelle zu erhalten und so eine systemübergreifende Schadenskorrelation zu ermöglichen. Den Kern bildet dabei ein Charakterisierungsmodul, das über die Analyse der Wellenausbreitung im Prüfobjekt eine Quantifizierung der genannten Einflussgrößen und eine systematische Einrichtung der Messung zur garantierten Detektion der charakteristischen Schallemissionen ermöglicht. Durch das Vorhaben wird eine reproduzierbare und übertragbare Schadensanalyse an FKV mittels SEA möglich.

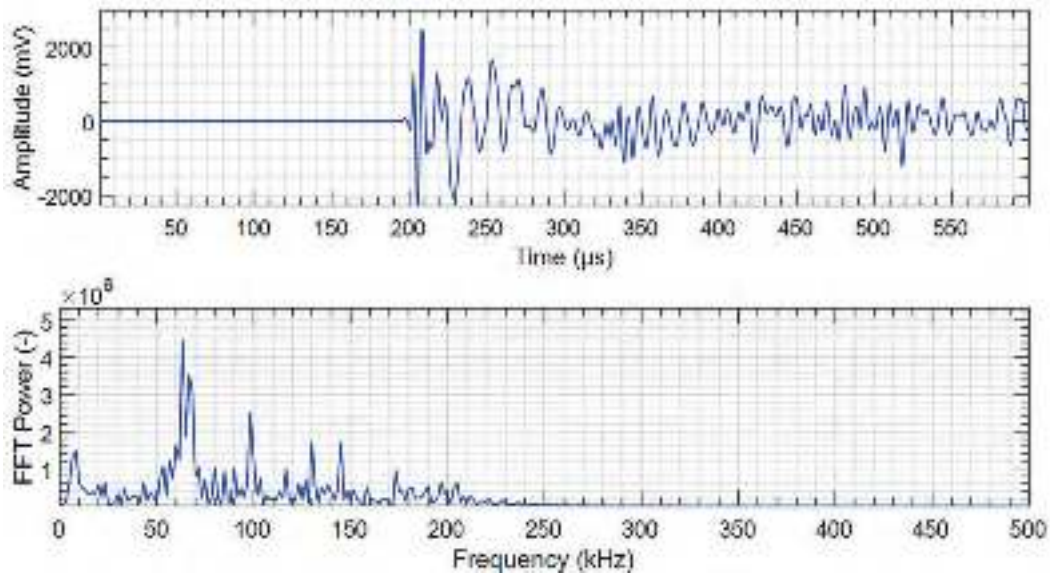
Projektpartner / *Partner:*
iNDTact GmbH

Listen2theSOURCE entwickelt die notwendigen Werkzeuge, um über die Schallemissionsanalyse Schadensereignisse in Faserkunststoffverbunden zuverlässig zu identifizieren.



Akustisches Signal im Zeit- und Frequenzbereich nach Anregung durch einen Bleistiftminenbruch

Acoustic signal in the time and frequency domain generated by a pencil lead break



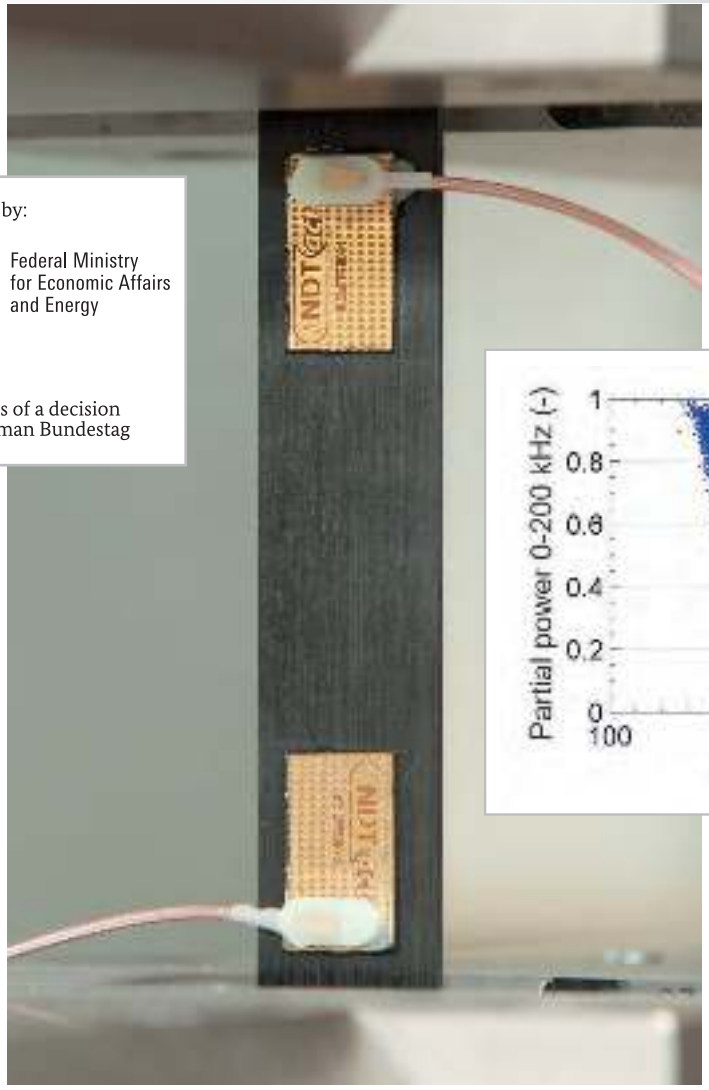
Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das Projekt „Listen2theSOURCE – Entwicklung von Mess- und Auswertemodulen zur Identifizierung von faserverbundtypischen Schadensereignissen bei der Schallemissionsanalyse“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052302WM5).

Supported by:

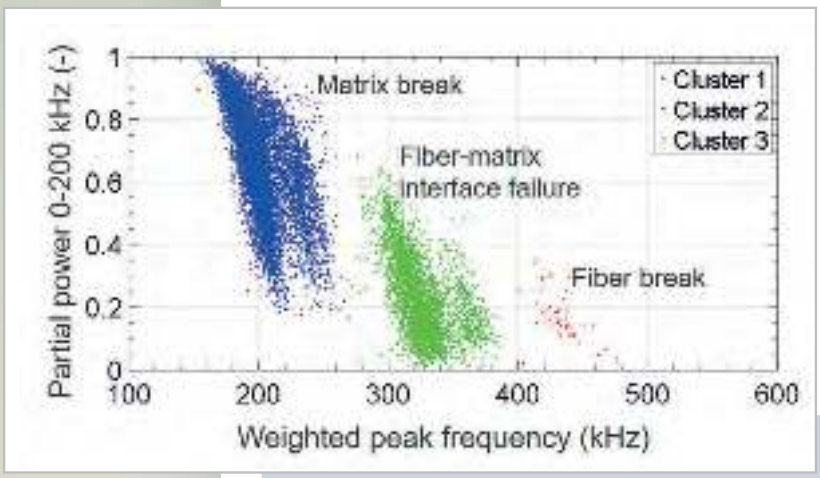
Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag



Zugversuch an einer CFK Probe mit begleitender Schallemissionsanalyse zur Identifizierung von Schadensereignissen während der Belastung

Tensile test of a CFRP specimen with accompanying acoustic emission analysis in order to identify damage events during loading



Zuordnung der Schadensereignisse in Faserkunststoffverbunden zu Clustern in den akustischen Events

Assignment of damaging events in fiber reinforced plastics to clusters in the acoustic events

Within the project Listen2theSOURCE, IVW develops in partnership with iNDTact GmbH new measurement and evaluation methods to enable acoustic emission (AE) analysis for identifying damaging events in fiber reinforced plastics (FRP). The project aims at supplying users of AE analysis with the necessary tools to reliably identify different types of damage such as delamination as well as fiber and matrix fracture in the moment of occurrence, based on their characteristic acoustic emissions. The perception and classification of acoustic events is realized through piezoelectric sensors and appropriate algorithms for pattern recognition. In contrast to the state of the art are in this project the material, geometry and sensor impacts, affecting the underlying measurement signal, taken into account to obtain the independent characteristics of the source, thereby enabling a damage correlation across systems. The core of the project is a characterization module that analyzes the wave propagation inside the specimen, thus facilitating a quantification of the influencing factors and a systematic measurement setup for guaranteed detection of the characteristic acoustic emissions. This way the project allows for reproducible and transferable results regarding the damage assessment of FRP via AE analysis.

Listen2theSOURCE develops the necessary tools for reliably identifying different types of damage in fiber reinforced plastics by acoustic emission analysis.

The project "Listen2theSOURCE – Development of Measurement and Evaluation Modules for the Identification of Damage Events in Fiber Reinforced Plastics via Acoustic Emission Analysis" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052302WM5).

dominic.schommer@ivw.uni-kl.de

Materialmodell für das Kompressionsverhalten bei SMC



Dominic Schommer

Zur Simulation des Fließpressens von Sheet-Molding-Compounds (SMCs) gibt es einige wenige spezialisierte und kommerziell verfügbare Softwaretools, die das Fließpressen in einem 3D Format simulieren können. Die in diesen Softwarelösungen verwendeten Materialmodelle basieren rein auf viskosen Materialeigenschaften und können daher nicht das komplexe Verhalten eines komprimierbaren SMC-Werkstoffes mit hohem Faservolumengehalt (bis zu 50 %) und Langfaserverstärkung (25-50 mm) darstellen. Das Hauptziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines Materialmodells zur akkuraten Beschreibung des Fließverhaltens und der resultierenden Faserorientierung von komprimierbaren SMC Werkstoffen. Ausgehend von einem Modell, das die Folgar-Tucker-Beschreibung der Faserorientierung und Faserinteraktion in kurzfaserverstärkten Materialien verwendet, wird ein User-Defined-Materialmodell im kommerziellen FE-Code LS-DYNA® aufgebaut. Mit Multi-Physics-Solvern und den notwendigen Tools zur Erzeugung von User-Defined-Materialmodellen können die meisten der notwendigen Faktoren und Effekte berücksichtigt werden. Aufgrund des hohen Faservolumengehalts und der Faserlänge von SMC-Werkstoffen basiert die Beschreibung des Fließverhaltens auf einer elasto-plastischen Deformation. Es wird erwartet, dass die Folgar-Tucker-Gleichung keine akkurate Beschreibung der Faserorientierung für alle CF-SMC-Materialien liefern kann. Daher werden Schleifen in der Entwicklung der mathematischen Modellierung vollzogen, um die Formulierung von einer kurzfaser- auf eine langfaserbasierte Beschreibung zu erweitern.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines effizienten und akkuraten Materialmodells zur Vorhersage des Fließverhaltens und der Faserorientierung in SMC-Werkstoffen.

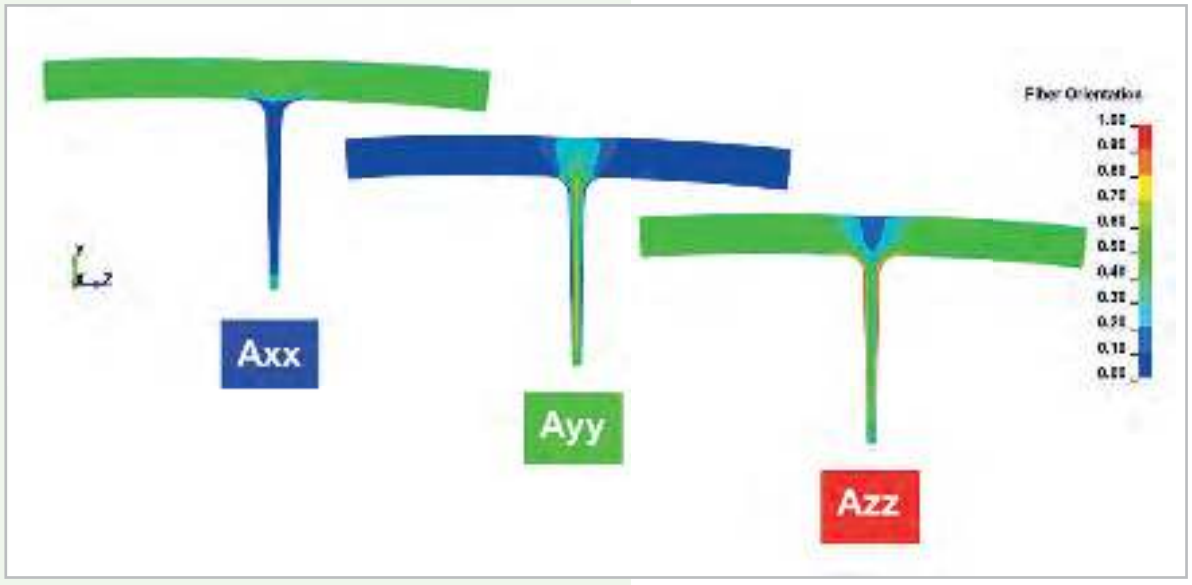
Fraunhofer ITWM

Projektpartner / *Partner:*

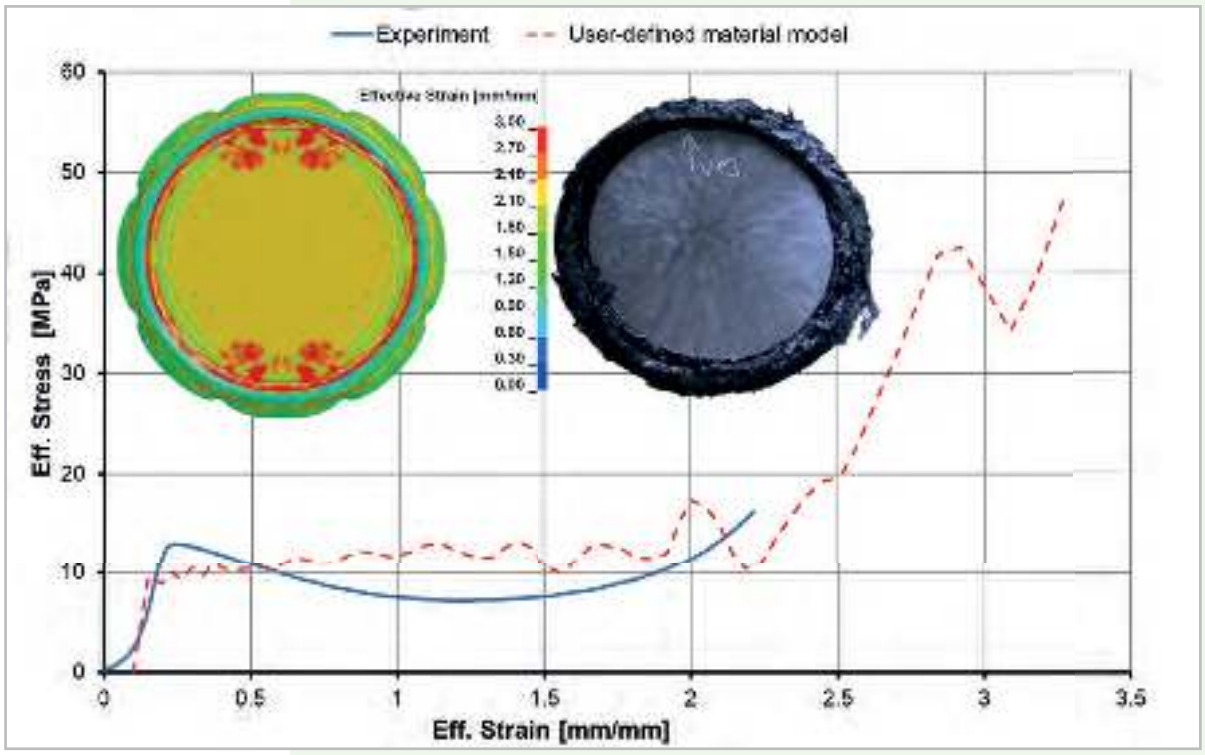
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM,
Abteilung Strömungs- und Materialsimulation

Ausgabe/Visualisierung des Faserorientierungstensors in LS-DYNA®

Output/visualization of the fiber orientation tensor in LS-DYNA®



Dieses Projekt wird in Zusammenarbeit mit der Abteilung Strömungs- und Materialsimulation des Fraunhofer ITWM im Rahmen des Leistungszentrums Simulations- und Softwarebasierte Innovation, Kaiserslautern, durchgeführt.



Abgleich der Spannungsantwort eines SMC Werkstoffes in einem Pressrheometer-versuch zwischen Experiment und einem Materialmodell mit linearer elastoplastischer Deformation

Comparison of the stress response of an SMC material in a press rheometry experiment between an experiment and a material model with linear elastoplastic deformation

To simulate the compression molding of sheet molding compounds (SMC) there are only a few specialized software tools commercially available, which can simulate compression molding in a 3D format. The material models used in these software solutions, however, are based purely on fluid shear (viscosity) and are not capable of describing the complex behavior of a compressible SMC material consisting of high fiber volume content (up to 50%) and long fiber reinforcement (25-50 mm). The main goal of this project is the development of an accurate material model describing the flow behavior and the resulting fiber orientation of compressible SMC materials. Starting from a model using the Folgar-Tucker description of the fiber orientation and fiber interaction effects developed for short fiber reinforced materials; a user-defined material model is developed for the commercial finite element code LS-DYNA®. With multi-physics solvers and the necessary tools for creating user-defined material models, most of the necessary factors and effects can be taken into account. Because of the high fiber volume content and fiber length in SMC materials, the description of the flow behavior is based on a solid mechanics formulation. It is expected that the Folgar-Tucker formulation is not adequate enough to accurately describe the fiber orientation in all CF-SMC materials; therefore, a step back will be taken towards developments in the mathematical model in order to change the formulation from a short fiber to a long fiber based description.

The aim of the project is the development of an efficient and accurate material model for the prediction of the flow behavior and the fiber orientation in SMC materials.

This project is being carried out in close collaboration with the department Flow and Material Simulation of Fraunhofer ITWM within the framework of the High Performance Center Simulation- and Software-Based Innovation, Kaiserslautern.

Math2Composites – Materialsimulator für textilbasierte Composites



Tim Schmidt



Florian Schimmer

florian.schimmer@ivw.uni-kl.de tim.schmidt@ivw.uni-kl.de

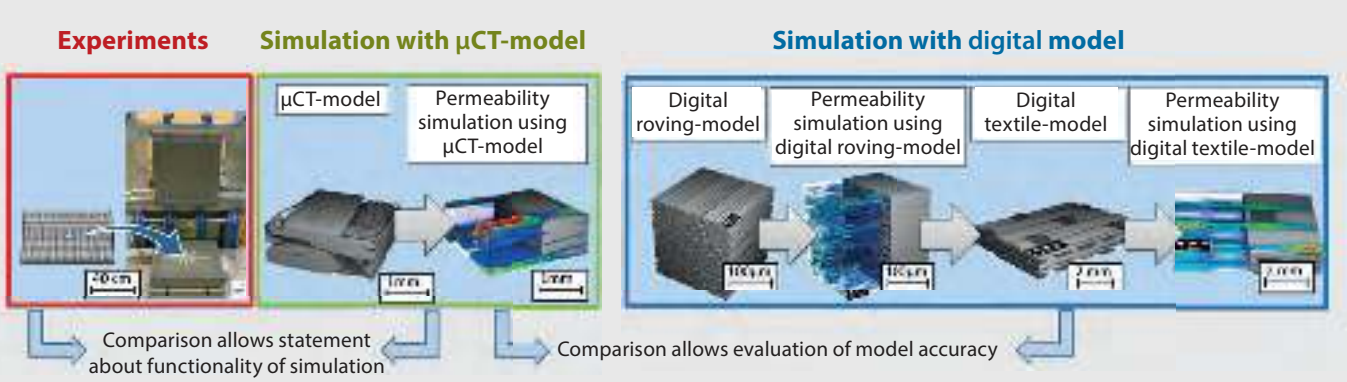
Der heterogene Aufbau von textilverstärkten Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) bringt über die gesamte Prozesskette Problemstellungen mit sich. So ist zur Kennwertermittlung der komplexen FKV-Werkstoffe aus textilen Halbzeugen und Matrixpolymeren ein sehr großer experimenteller Aufwand notwendig. In diesem Projekt sollen ein neuartiger simulativ-experimenteller Ansatz zur Materialkennwertermittlung und ein entsprechendes Simulations-Tool entwickelt werden, sodass ein Großteil der experimentellen Versuche durch validierte Simulationen ersetzt werden kann. Mithilfe des Simulations-Tools wird zunächst ein digitales Modell erstellt, das die kritischen Abweichungen, wie bspw. Faserondulation, Vernähungen oder Rovingdeformationen, berücksichtigt und mit einer geringen Anzahl definierter experimenteller Versuche kalibriert wird. Ziel der Simulation ist es, durch randomisierte Modelle einen Kennwertbereich zu erhalten, der nicht nur den zu erwartenden Mittelwert sondern auch die Standardabweichung der experimentellen Versuche abbildet. Die Bauteil- und Prozessauslegung wird so an Schlüsselstellen unterstützt, um die Entwicklungsprozesse wirtschaftlicher zu gestalten. Dabei arbeitet das IVW mit dem Projektpartner Math2Market GmbH zusammen, der mit der Software GeoDict ein digitales Materiallabor entwickelt hat.

Ziel von Math2Composites ist die Entwicklung eines Simulations-Tools zur Materialkennwertermittlung, welches experimentelle Versuche durch validierte Simulationen ersetzt.

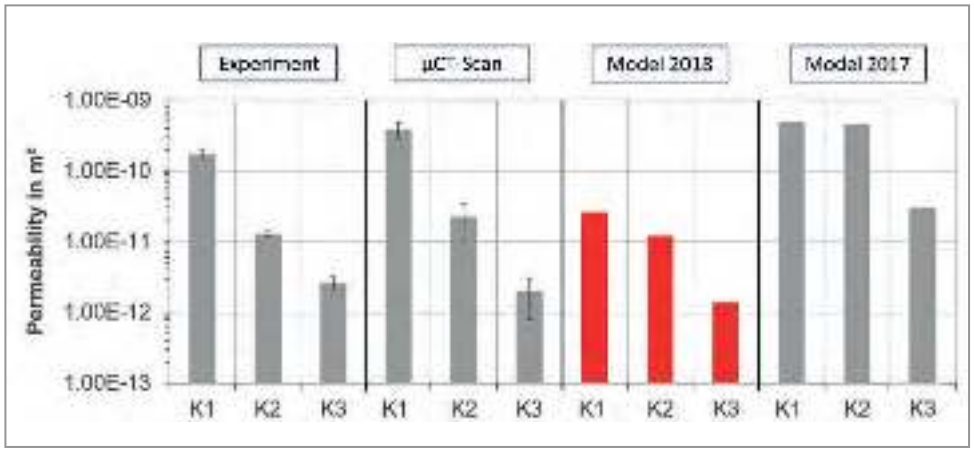
Projektpartner / *Partner:*
Math2Market GmbH

Vergleich von experimentellen Ergebnissen zu µCT-basierten und digitalmodell-basierten Simulationsergebnissen

Comparison of experimental results with µCT-based and digital model-based simulation results



Das Projekt „Math2Composites – Materialsimulator für die Auslegung und Herstellung von textilverstärkten Composites“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052310EB6).

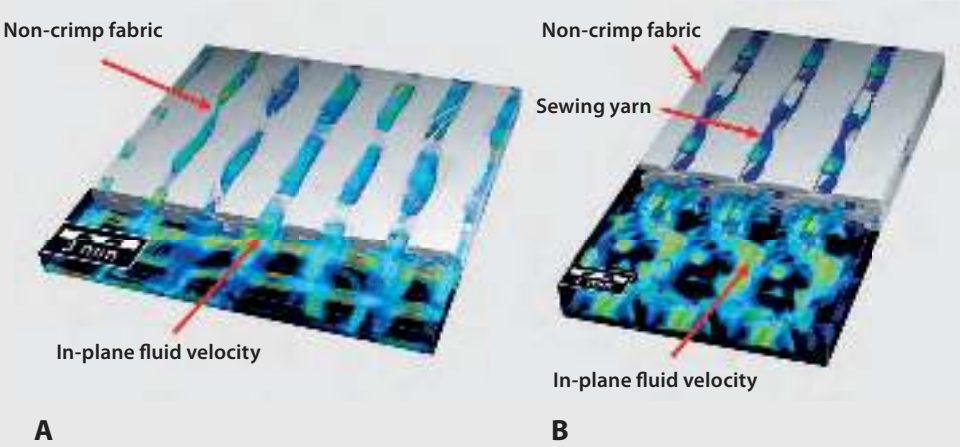


Vergleich von Permeabilitäten: im Experiment gemessene, auf Basis eines CT-Scans berechnete, digital generierte und berechnete Modelle

Comparison of permeabilities: measured via experiment, calculated on the basis of a CT-scan, digitally generated and calculated models

(A) Fluidgeschwindigkeit im µCT-Modell eines Glasfaser-Geleges;
(B) Fluidgeschwindigkeit im Digitalmodell inklusive Vernähungsgarn zur Untersuchung von dessen Einfluss auf die Permeabilität

(A) Fluid velocity in a µCT-model of a glass fiber non crimp fabric;
(B) Fluid velocity in a digital model including sewing yarn to investigate its influence on permeability



The heterogeneity of the structure of textile fiber-reinforced plastics (FRP) leads to manufacturing problems throughout the entire process chain. A considerable experimental effort is necessary to determine the material properties of the complex fiber-reinforced plastics made of textiles and matrix polymers. In this project a novel simulative-experimental approach to determine material properties as well as a corresponding simulation tool are to be developed. The simulation tool is intended to replace a large number of complex physical experiments by validated simulations. At first a digital model is created, that takes critical deviations, such as fiber undulation, stitchings or roving deformations, into account and is calibrated by a small number of defined experiments. As a result the simulation delivers mean values with standard deviations that represent variations of the experimental tests. This shall be achieved by models randomized in a defined range. Thus, component and process design is supported at key points in order to make these processes more efficient. IVW cooperates in this project with Math2Market GmbH, developer of the software GeoDict, a digital material laboratory.

The goal of Math2Composites is the development of a simulation software module for the determination of material parameters, which replaces experimental tests by validated simulations.

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

The project "Math2Composites – Material Simulator for Design and Manufacturing of Textile Reinforced Composites" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052310EB6).

barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

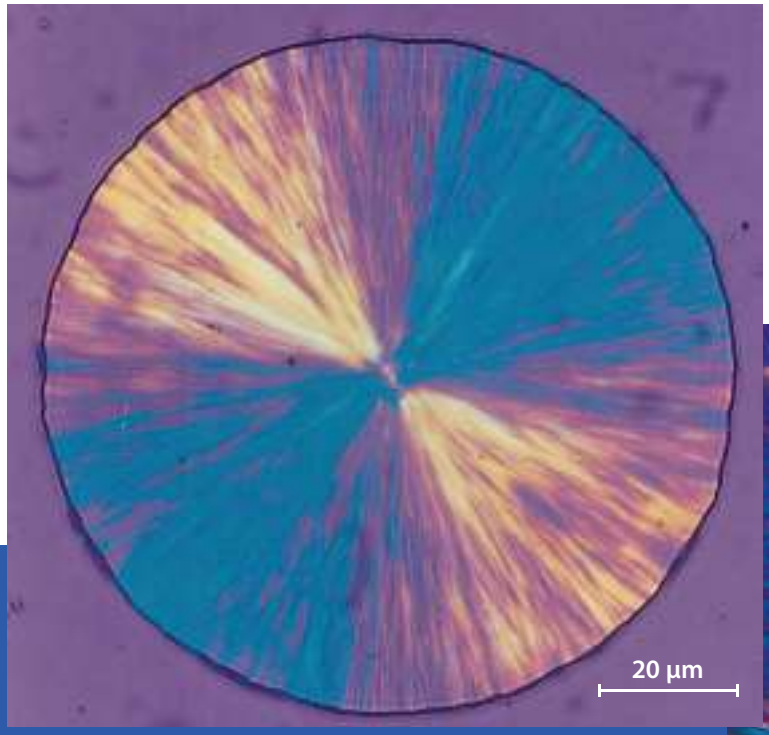
Mikroskopie der Kristallbildung von teilkristallinen Polymeren

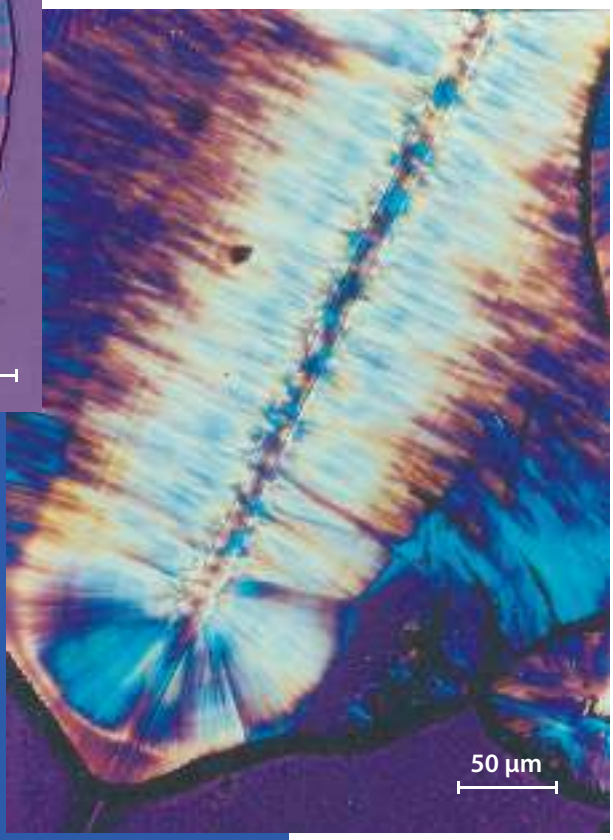


Barbara Güttler

Die Durchlichtmikroskopie ist ein wesentlicher Bestandteil zur Strukturaufklärung von thermoplastischen und duromeren Matrizes und ist durch die Kopplung mit einem Heiztisch eine besonders leistungsfähige Methode. Dargestellt werden zum Beispiel sphärolithische Gefüge von teilkristallinen Thermoplasten, transkristalline Phasen zwischen Faser und Matrix, Verteilung und Größe von Poren, Inhomogenitäten von gepressten oder spritzgegossenen Materialien und vieles mehr. Seit April 2018 steht in der Werkstoffanalytik des IVW ein modernstes Durchlichtmikroskop mit Heiztisch bis 600 °C zur Verfügung. Mit den verschiedenen Kontrastarten Hellfeld, Polarisation, Interferenzkontrast und Phasenkontrast kann je nach Aufgabenstellung das passende Verfahren für eine optimale Bildqualität gewählt werden. Zunehmend werden in Verbundwerkstoffen verschiedene thermoplastische Matrixsysteme eingesetzt, was für die Hochleistungsanwendungen eine genaue Kenntnis über das Schmelz- und Kristallisationsverhalten der Polymere erfordert. Durch Additive kann das Kristallisationsverhalten und miteinhergehend die mechanischen Eigenschaften verändert werden, was mit dem Durchlichtmikroskop ebenfalls untersucht werden kann.

Im kommenden Jahr wird der Gerätepark der Werkstoffanalytik um ein Röntgenmikroskop erweitert, das es ermöglicht, Verbundwerkstoffe zerstörungsfrei bis 700 nm/Voxel in 3D aufzulösen.

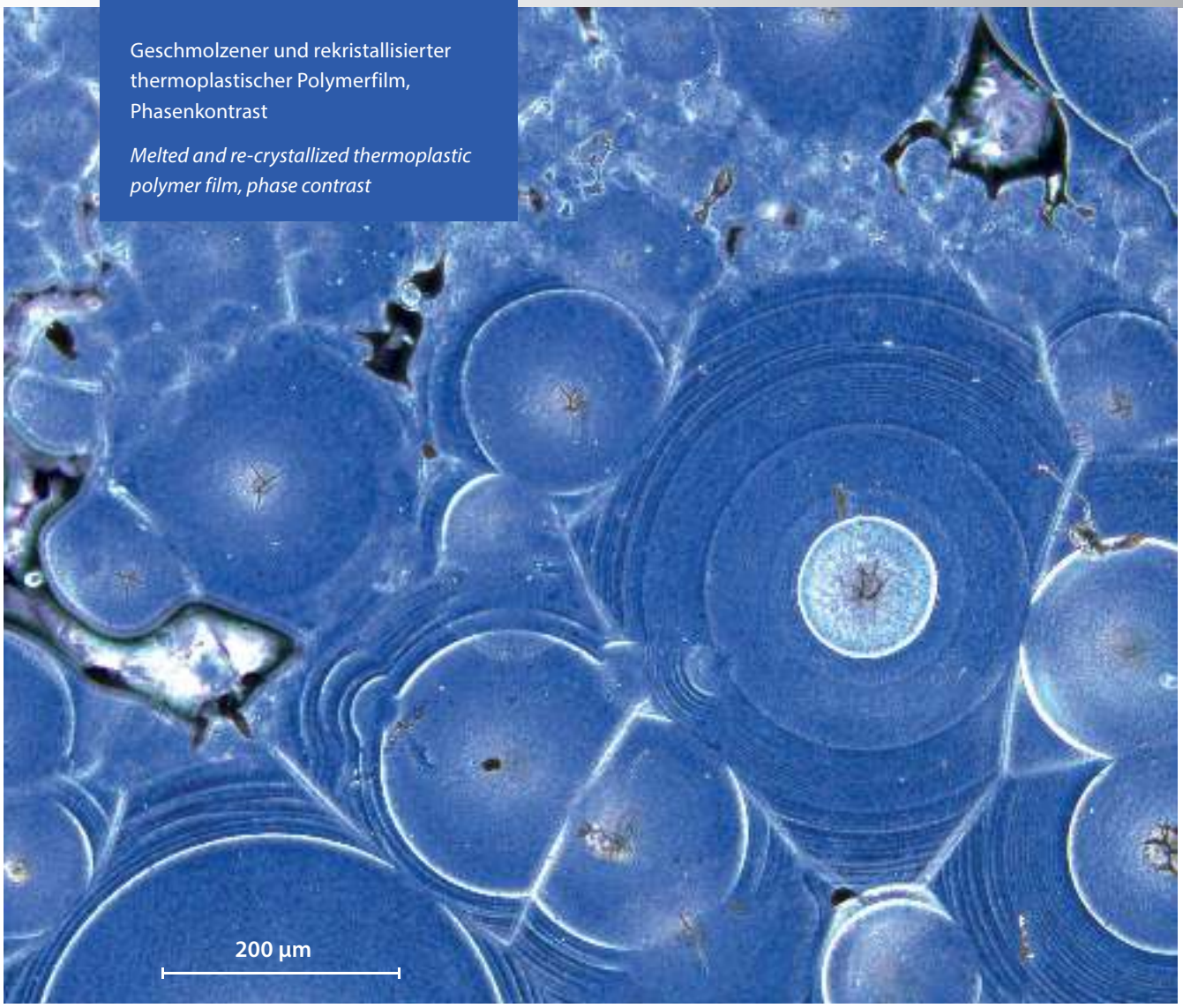




Oben: Wachstum eines Sphäroliths beim Abkühlen eines PP-Films (thermoplastisches Polymer);
Rechts: Transkristalline Phase zwischen Faser und Polymermatrix

Above: Growth of a spherulite during cooling of a polypropylene film (thermoplastic polymer);
Right: Development of a trans-crystalline phase between fiber and polymer matrix

Wir danken dem Land Rheinland-Pfalz für die finanzielle Unterstützung zur Beschaffung des Gerätes.



Geschmolzener und rekristallisierter thermoplastischer Polymerfilm, Phasenkontrast

Melted and re-crystallized thermoplastic polymer film, phase contrast

Transmitted light microscopy is a central method when investigating structural changes in thermoplastic and thermosetting polymers, and is an even more powerful tool when combined with a heating stage. With this system it is possible to study thin sections or polymer films regarding their melt and crystallization behaviors. It is possible to visualize, for example, spherulitic structures in semi-crystalline thermoplastic polymers, trans-crystalline phases between fiber and matrix, dispersion of pores or particles as well as heterogeneities of pressed or injection molded parts, and much more. Since April 2018 the material analytics group at IVW owns a state of the art transmitted light microscope with a hot stage of up to 600°C in operation. Using different contrasting settings such as bright field, polarization, interference contrast, and phase contrast, it is possible to select the most suitable setup for each individual research question and the most optimal image quality. In the aerospace sector, more and more thermoplastic polymers are being used, which requires comprehensive knowledge of their melt and crystallization behaviors. Additives can modify the crystallization behavior, and subsequently the polymers' mechanical properties, which can also be analyzed with this powerful tool.

This upcoming year the machine park will be expanded by an X-ray microscope that enables the non-destructive investigation of 3D-structures of composite materials up to 700 nm/voxel.

We would like to thank the state of Rhineland-Palatinate for funding of the transmitted light microscope with hot stage.

barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

Modifizierung und Charakterisierung von Kokosfasern für Biocomposite



Barbara Güttler

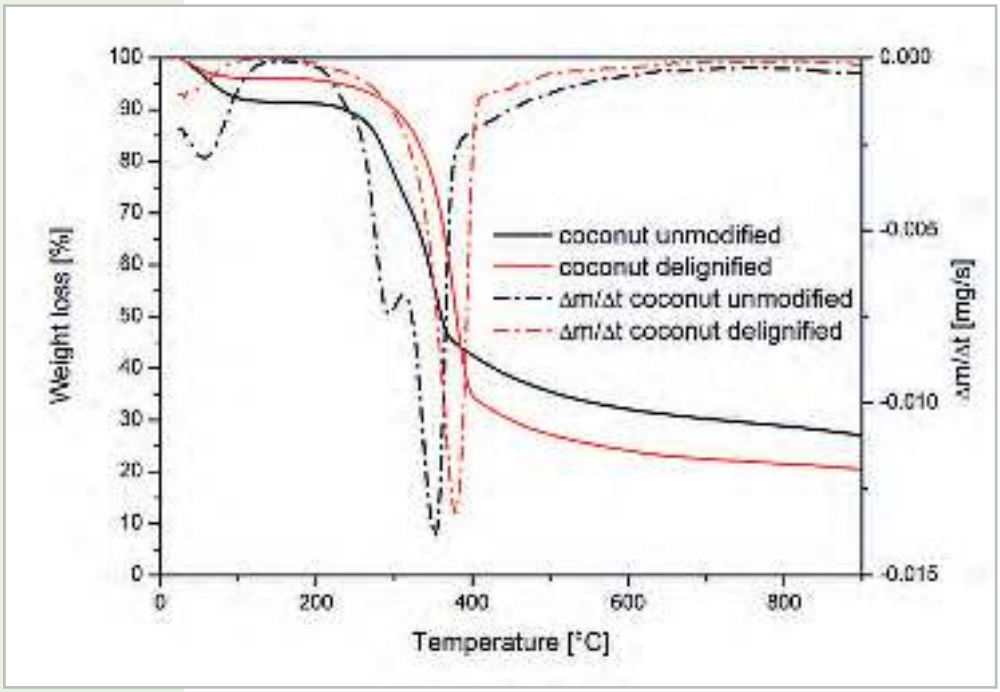
Die jährliche Kokosnussproduktion ist aufgrund des steigenden Bedarfs an Kokosöl für die Biodieselproduktion in den letzten 20 Jahren um 20 %, d.h. etwa 10 Mio. Tonnen, angestiegen. Fast die Hälfte der Kokosnuss besteht aus der faserigen Schale, die derzeit zum Beispiel für Seile, Matten und Pflanztöpfe genutzt wird. Aufgrund des hohen Ligningehaltes der Kokosfaser, mit bis zu 45 wt%, wurde zum einen die Möglichkeit der thermoplastischen Verarbeitbarkeit getestet, zum anderen aber auch die Möglichkeit, die Faser einer selektiven Extraktion zur Modifikation der Eigenschaften zu unterziehen. So konnten in ersten Versuchen delignifizierte Kokosfasern einen Anstieg der thermischen Stabilität um 23 °C bei gleichbleibenden mechanischen Eigenschaften sowie geringerer Feuchteaufnahme vorweisen. Im Rasterelektronenmikroskop von bio-basiertem Polyamid mit Kokosfasern zeigte sich eine exzellente Faser/Matrix-Anbindung mit geringen Zwischenräumen. Auch gepresste Platten aus unbehandelten Kokosfasern mit Polypropylen (PP) zeigten vergleichbare Zugspannungen mit kommerziellen Naturfaser/PP-Werkstoffen.

Ziel des Projektes ist die Erschließung neuer Naturfaserquellen für großserientaugliche Anwendungsgebiete.

Hochschule Kaiserslautern
University of Applied Sciences

TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN

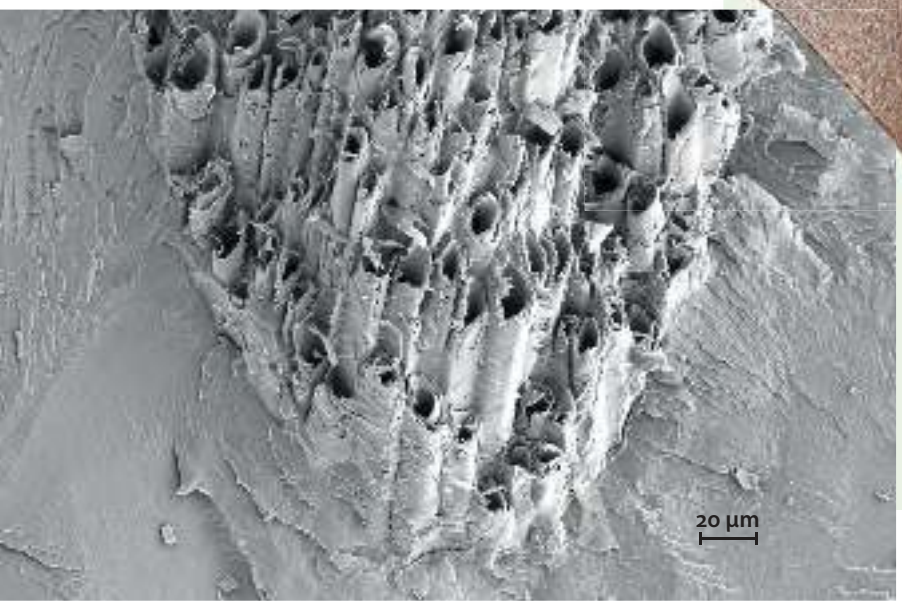
Projektpartner / *Partners:*
Hochschule Kaiserslautern
Technische Universität Kaiserslautern



Thermogramm der unmodifizierten und delignifizierten Kokosfaser

Thermogram of unmodified and delignified coconut fiber

Wir möchten uns bei der TU Kaiserslautern und der Hochschule Kaiserslautern für die angenehme und produktive Zusammenarbeit bedanken.



REM-Aufnahme der unbehandelten Kokosfaser in biobasiertem Polyamid eingebettet

SEM image of unmodified coconut fiber in biobased polyamide



Platte aus Kokosfaser verpresst mit Polypropylen

Sheet made from unmodified coconut fibers and polypropylene

The annual coconut production has increased 20% over the last 20 years by about 10 million tons due to the increasing demand of coconut oil for e.g. biodiesel production. Almost half of the coconut consists of fibrous husk currently used for ropes, mats, and plant pots. Due to the coconut fiber's unique composition, with lignin contents up to 45 wt%, it is possible to process the fibers like a thermoplastic material. This feature as well as a selective extraction of lignin and thus modification of the fiber properties by purification of the cellulose was tested. Thermal analysis on delignified coconut fibers showed an increased thermal stability by 23°C compared to untreated fibers at their 45 wt-% onset of degradation. At the same time no significant change of their mechanical properties was observed and the moisture absorption of delignified fibers decreased. The scanning electron microscopy of bio-based polyamide with coconut fibers showed an excellent fiber/matrix interphase with only small voids. Hot-pressed sheets of untreated coconut fibers with polypropylene (PP) also showed tensile stress values comparable to commercial natural fiber/PP materials.

The aim of this project is the development of a new natural fiber source for large-scale applications.



We would like to acknowledge the enjoyable and fruitful cooperation with the University of Kaiserslautern and the Kaiserslautern University of Applied Sciences.

Neuartige Übertragung von Zug-, Druck- und Torsionslasten


Thomas Pfaff


Uwe Schmitt

thomas.pfaff@ivw.uni-kl.de

uwe.schmitt@ivw.uni-kl.de

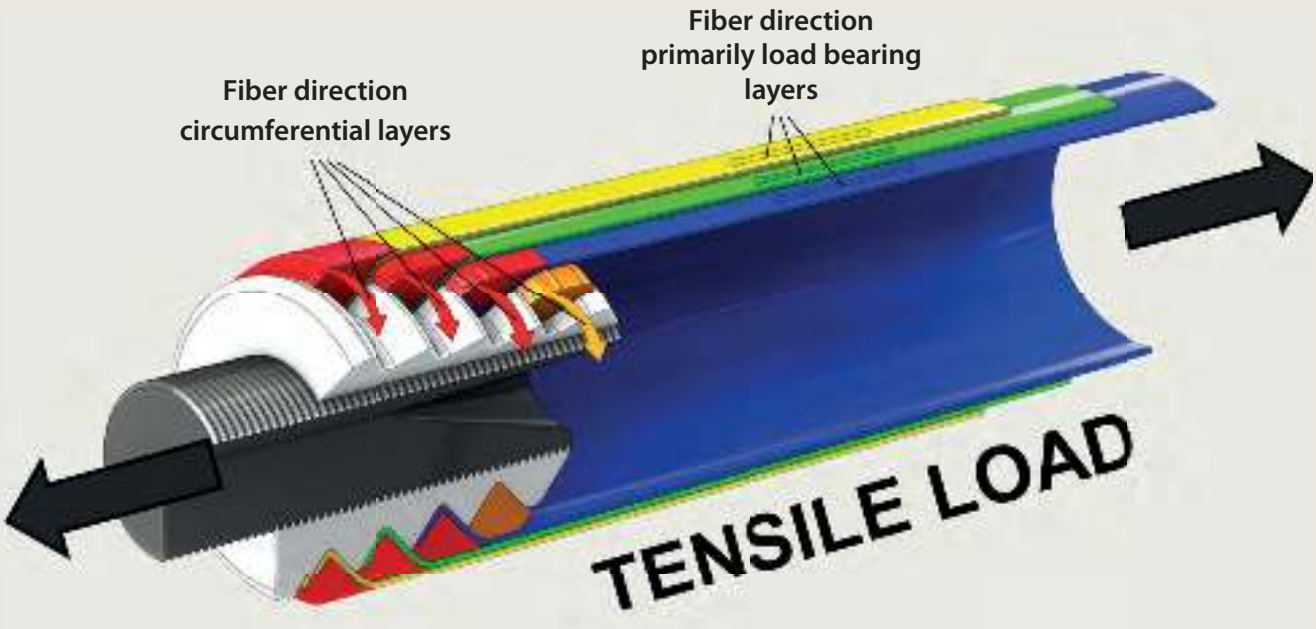
Erst durch die Kenntnis des Kraftflusses innerhalb der Lasteinleitung ist eine faserverbundgerechte Bauteilentwicklung möglich. Die Weiterleitung von Zug-, Druck- oder Torsionslasten innerhalb eines Faserverbundrohres stellt in den meisten Fällen keine Herausforderung dar. Die Ein- und Ausleitung dieser Lasten erweist sich allerdings oft als schwierig. Zur Lasteinleitung in FKV stehen verschiedene Lösungen zur Verfügung. Eine Strukturklebung oder ein Längspressverband sind effiziente stoff- und kraftschlüssige Verbindungen. Bolzen-, Keil- und Schlaufenanschlüsse sind auf Seiten der formschlüssigen Lasteinleitungen zu nennen.

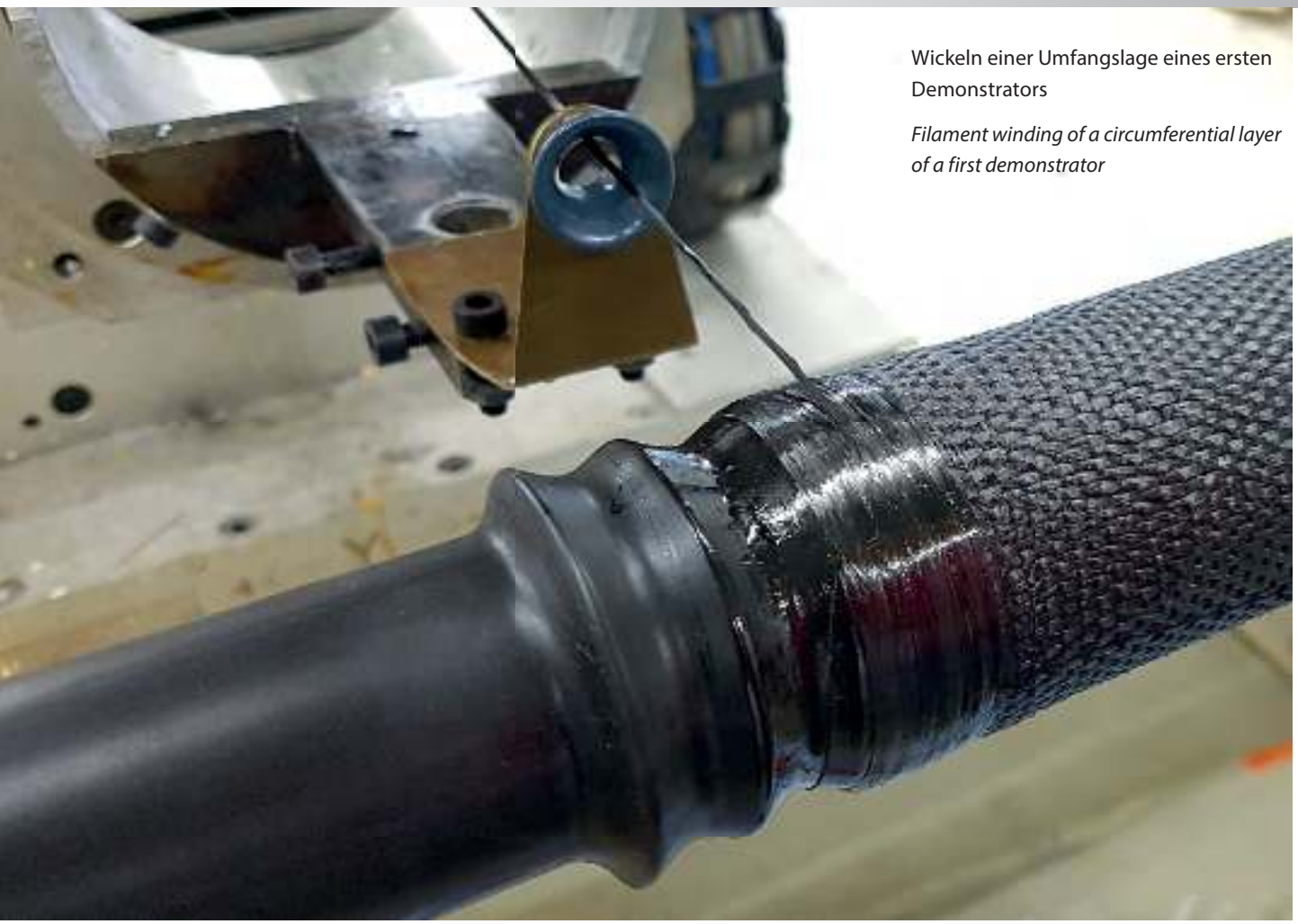
Die Leichtbaugüte einer Faser-Kunststoff-Verbund-Struktur (FKV-Struktur) kann ganz wesentlich von der Qualität der Krafteinleitung bestimmt sein. In der Regel beginnen und enden FKV-Rohre mit metallischen Flanschen. Für den Übergang der Kraft von der metallischen Struktur in das FKV-Bauteil muss nicht selten ein Großteil des Bauteilgewichtes aufgewandt werden. Das innovative Potential der hier gezeigten und zum Patent angemeldeten Krafteinleitung des IVW liegt in der Kombination verschiedener Lasteinleitungsmechanismen. Durch geschickte Anordnung der Fasern wird ein lagenweise aufgebrachter Längspressverband generiert. Die durch Umfangslagen gebildete Verpressung der eigentlichen lasttragenden Fasern baut sich über keilförmige Strukturen während der Belastung eigenständig auf und verstärkt sich mit Erhöhung der Last. Eine geschickte Stützung der Fasern und eine natürliche Schäftung der Wanddicke halten die Spannungsüberhöhung auf einem außergewöhnlich niedrigen Niveau (<2). Die natürliche Schäftung der innovativen Lasteinleitung trägt deshalb nicht nur zu einer extrem niedrigen Spannungsüberhöhung bei, sondern erlaubt auch bei dickwandigen FKV-Rohren höchste Lasten homogen und damit materialsparend ein- und auszuleiten.

Das Ziel des IVW war es, eine Krafteinleitung zuerst rein theoretisch zu entwickeln, mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode zu optimieren und erst nach dem vollen Verständnis des Wirkmechanismus einen passenden Fertigungsprozess für die rohrförmigen Faserverbundstrukturen zu suchen oder gegebenenfalls neu aufzubauen.

Erläuterndes CAD-Modell der innovativen Krafteinleitung beispielhaft für den Zuglastfall

Illustrative CAD model of innovative load introduction exemplary for the tensile load case





Wickeln einer Umfangslage eines ersten Demonstrators

Filament winding of a circumferential layer of a first demonstrator

It is only through the knowledge of the flow of force within the load introduction that a fiber-compatible component development is possible. The transmission of tensile, compressive or torsional loads within a fiber composite tube is not a challenge in most cases. However, the lead-in and lead-out of these loads is often difficult. Various solutions are available for introducing loads into fiber composite structures. A structural bond or an axial press fit are efficient force-fits or substance-to-substance bond joining methods. Pin, wedge and loop connections must be mentioned on the side of load introductions by form-fit.

The lightweight potential of a fiber composite structure can be substantially reduced by the quality of the load introduction area. Usually at the beginning and ending of a fiber reinforced plastic tube, a metallic flange is placed. For the transition of the force from the metallic structure into the fiber composite part a large fraction of the component weight must often be expended for that transition area. The innovative potential of the here shown and patent-pending transmission of force offered by IVW lies in the combination of different load introduction mechanisms. By means of a smart layout of the fibers, a ply by ply axial press fit will be generated. The vertical pressing of the primarily load-bearing fibers due to circumferential layered fibers is established by itself during loading by means of wedge-shaped structures and increases with increasing load. A skillful support of the fibers and a natural ply by ply reduction of the wall thickness keep the stress increase at an exceptionally low level (<2). The natural discontinuation of layers of the innovative load introduction therefore not only contributes to an extremely low excess of stress, but also allows the highest loads to be introduced and discharged homogeneously, thus saving material, even in the case of thick-walled fiber reinforced tubular components.

The aim of IVW was to first develop a load introduction theoretically, then to optimize it using the finite element method and to find a suitable manufacturing process for the tubular fiber composite structures only after full understanding of the mechanism.

andreas.klingler@ivw.uni-kl.de

Neue, hochzähe, duroplastische Faserverbundwerkstoffe



Andreas Klingler

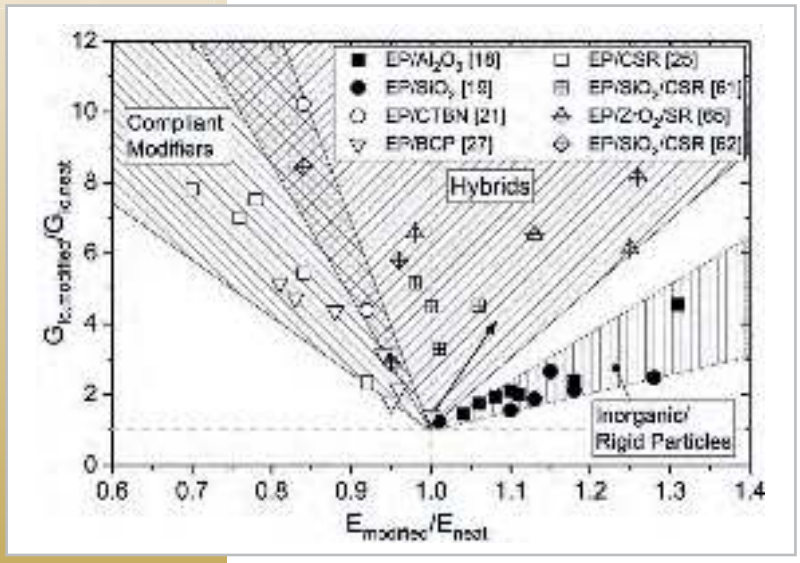
Verbundwerkstoffe (CFK) aus Kohlenstofffasern und duroplastischem Polymer bieten eine hohe spezifische Festigkeit und Steifigkeit, die sie sowohl für anspruchsvolle Anwendungen im Flugzeugbau (z.B. lasttragender Flügelkasten) als auch im Automobilsektor (z.B. Leichtbaufelgen) qualifizieren. Jedoch sind die eingesetzten hochwertigen duroplastischen Matrizes im Vergleich zu duktilen Thermoplasten spröde und somit sensitiv gegen Defekte, die eine Rissbildung begünstigen und allmählich zu einer Bauteilschädigung führen können. In einem intrinsischen Forschungsprojekt steigern wir den Widerstand dieser Duroplaste gegen Rissinitiierung und -ausbreitung. Wir erreichen dies beispielsweise durch Integration von Nanopartikeln mit weichem, elastischen Kern und fester Schale oder mit Block-Copolymeren, die sich während des kontrollierten Herstellungsprozesses von selbst zu Nanostrukturen in der Matrix organisieren. Ihre gute Verteilung und Form z.B. als Kugel, Mizelle oder Netzwerk sowie die gute Anbindung an die Matrix aktivieren bei Risswachstum Mechanismen (z.B. plastische Deformation), welche die Rissausbreitung erheblich verzögern.

Ziel des Projekts ist es, die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Morphologie und Bruchzähigkeit zu erforschen, um wirksame Werkstoffdesigns zu verstehen, herzustellen und anzuwenden. Darauf basierend ist die Herausforderung, die Zähmodifikation der Matrix auch in den Faserverbundwerkstoff zu übertragen. In zahlreichen Untersuchungen ist es bereits gelungen, die interlaminare Risszähigkeit von CFK durch geringe Nanopartikelgehalte sowie eine geschickte Kombination unterschiedlicher Nanopartikeltypen wesentlich zu verbessern. Gleichzeitig erfüllt das Material wichtige Anforderungen für den Einsatz, denn wichtige thermo-mechanische Eigenschaften und damit die thermischen Einsatzgrenzen des CFK werden trotz der „weichen" Nanopartikel nicht beeinträchtigt.



Kohlenstofffaserverstärkte
BMW-Felge 19"

Carbon fiber reinforced BMW rim 19"



Normalisierter Elastizitätsmodul und Risswiderstand von Duroplasten nach Modifikation mit verschiedenen harten und weichen Nanopartikeln und deren Kombination

Normalized elastic modulus and resistance to crack propagation of thermosetting polymers after a modification by various rigid and compliant nanoparticles, and their combination

Carbon fiber reinforced composites (CFRP) based on thermosetting polymers show a beneficial combination of a low density and a high strength and stiffness. These properties make them most favorable for a variety of applications in the aircraft or automotive industry. However, thermosetting matrices are prone to crack initiation and propagation, compared to thermoplastic matrices. Hence, defects gradually decrease a components' integrity. In this intrinsically inspired research project, we increase the resistance to crack initiation and propagation of thermosets. This is done by e.g. blending thermosets with nanoparticles that have a soft core and a rigid shell structure. Another possibility is to use so-called block copolymers, which self-assemble during the manufacturing process into nano structures. The high dispersion quality, their shape as e.g. spherical, micellic or network structures as well as the bonding to the surrounding matrix strongly increase the resistance to cracking of the thermosetting matrix by mechanisms such as plastic deformation.

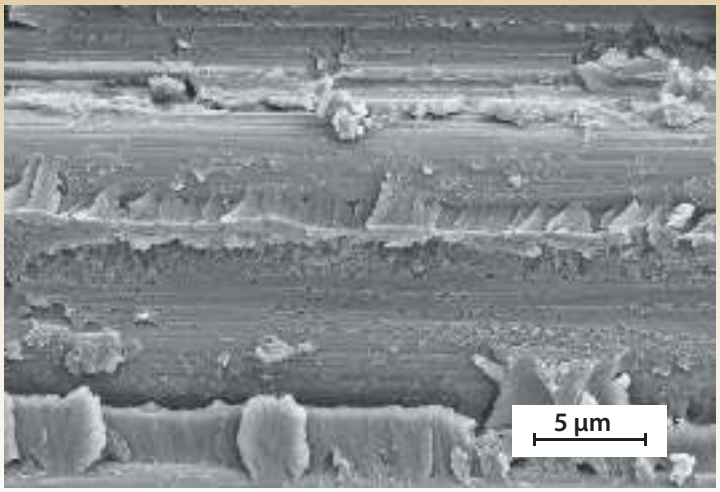
The goal of the project is to examine the fundamental link between morphology and fracture toughness of the matrix systems. This will allow us to understand, manufacture, and design respective materials. On this basis, we will focus on transferring the toughness enhancement from the matrix to the CFRP. In various projects we successfully made use of this approach and were able to improve the interlaminar cracking resistance of CFRPs by minor concentrations and combinations of different types of nanoparticles already. At the same time the material fulfills important thermo-mechanical requirements to be successfully applied in full-scale components.

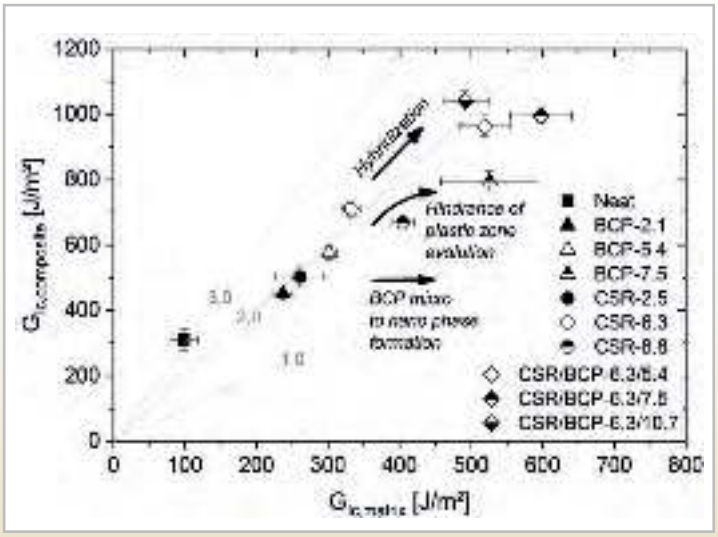
Source:

A. Klingler, A. Bajpai, B. Wetzel: The effect of block copolymer and core-shell rubber hybrid toughening on morphology and fracture of epoxy-based fiber reinforced composites. Engineering Fracture Mechanics, 203, 81–101, (2018); doi: 10.1016/j.engfracmech.2018.06.044

Faser-Matrix Interaktion einer BCP/CSR modifizierten CFK-Probe (Bruchfläche)

Fiber-matrix interaction of a BCP/CSR toughened CFRP specimen (fracture surface)





Steigerung des Risswiderstands des Polymers ($G_{Ic,matrix}$) und des korrespondierenden CFK ($G_{Ic,composite}$) durch Nanopartikel;
BCP: Block-Copolymer, CSR: Core-Shell-Partikel;
inkl. Angabe der jeweiligen Partikelvolumengehalte

Improvement of the resistance to crack propagation of nanoparticle modified matrix systems ($G_{Ic,matrix}$) and the respective CFRPs ($G_{Ic,composite}$); BCP: Block Copolymers, CSR: Core-Shell-Rubber; including respective particle concentrations

Next-Move – Concepts of Next Generation of Moveables


Florian Rieger


Thomas Rief

florian.rieger@ivw.uni-kl.de
thomas.rief@ivw.uni-kl.de

Im Verbundprojekt Next-Move wird eine Methodik zur Herstellung komplexer Hohlstrukturen aus Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) entwickelt. Dabei werden Kernstrukturen aus FKV speziell vorbehandelt, so dass sie im Herstellungsprozess der Hohlstruktur als Kern genutzt werden können und nach der Aushärtung strukturell verbunden sind. Die Methodik ermöglicht eine kostengünstige und gewichtsoptimale Produktion von geschlossenen Hohlstrukturen durch den Entfall von verlorenen oder aufwendig demontierbaren Kernen. Zusätzlich bietet sie konstruktive Möglichkeiten zur Realisierung von Hinterschnitten und Lasteinleitungspunkten. Im Rahmen des Projekts wurde die Kernstruktur in Parameterstudien im Hinblick auf Zusammensetzung, Lagenaufbau und chemische Eigenschaften experimentell und in Finite-Elemente-Simulationen optimiert. Weiterhin wurde die Aushärtung des Kernmaterials umfassend charakterisiert und die Verbindungseigenschaften zwischen Kern und Deckschichten experimentell überprüft. Aktuell werden verschiedene Laminataufbauten und Preformingtechniken experimentell verglichen, um Effizienz und Struktureigenschaften bei der Kernherstellung zu optimieren. Die erreichten Verbesserungen werden zum Projektende am Beispiel eines Landeklappenabschnitts aus dem Luftfahrtbereich demonstriert.

Das Projekt Next-Move bildet den Einstieg in eine neue Herstellungsmethodik, die die Herstellung von geschlossenen Hohlstrukturen auf effiziente Art ermöglicht und neue Freiheiten bei der Konstruktion eröffnet.

Next Move
Design & Assembly Concepts of Next Generation of Moveables

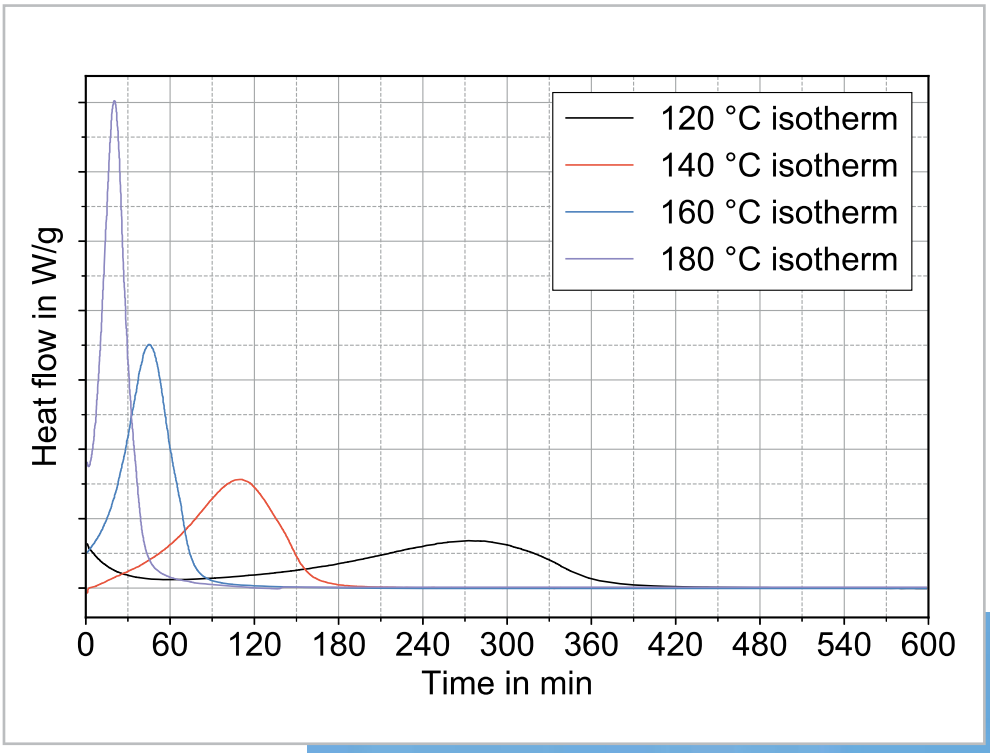

CFK-Kern
CFRP core

Projektpartner / *Partners:*

Airbus Group Innovations
Airbus Helicopters (Unterauftragnehmer)
Airbus Operations GmbH
bime – Bremer Institut für Strukturmechanik und Produktionsanlagen
CTC - Composite Technology Center GmbH Stade (Unterauftragnehmer)
DLR – German Aerospace Center
FST – Institut für Flugzeugsystemtechnik
Icc – Lehrstuhl für Carbon Composites (Unterauftragnehmer)
IFB – Institut für Flugzeugbau (Unterauftragnehmer)
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH
P3 group GmbH (Unterauftragnehmer)

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

Das Projekt „Next-Move – Design & Assembly Concepts of Next Generation of Moveables“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20W1512D).



Isotherme Charakterisierung der Reaktion per DSC

Isothermal characterization of reaction by DSC

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag



Flugzeug mit ausgefahrenen Landeklappen beim Landeanflug

Airplane with extended flaps on approach

Within the project Next-Move, an innovative process for manufacturing closed hollow structures from fiber-reinforced polymers is investigated. The process relies on specifically preprocessed composite structures, which act as a core during processing, but are structurally connected to the surrounding part after curing. This allows for a reduction in manufacturing effort and final part weight by omitting complex removable cores or lost cores. Additionally, the method enables the designer to incorporate undercuts or novel load introduction solutions. In the project Next-Move, composition, lay-up, and chemical properties of the core have been optimized experimentally and by simulation in parametric studies. Furthermore, the core material curing process has been extensively analyzed and the bonding properties of core and covering layers have been determined in mechanical experiments. At the current stage of the project, alternative layups and preforming-techniques are compared experimentally in order to optimize manufacturing efficiency and structural properties of the cores. Finally, the advancements are demonstrated using the example of a section of an aerospace landing flap.

The Next-Move project encompasses the development of a novel, efficient manufacturing method for hollow structures that opens up new design possibilities.

The project "Next-Move – Design & Assembly Concepts of Next Generation of Moveables" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 20W1512D).

OSFIT – One-Shot Process Thermoplastic Frame


Julian Weber

julian.weber@ivw.uni-kl.de


Lukas Münch

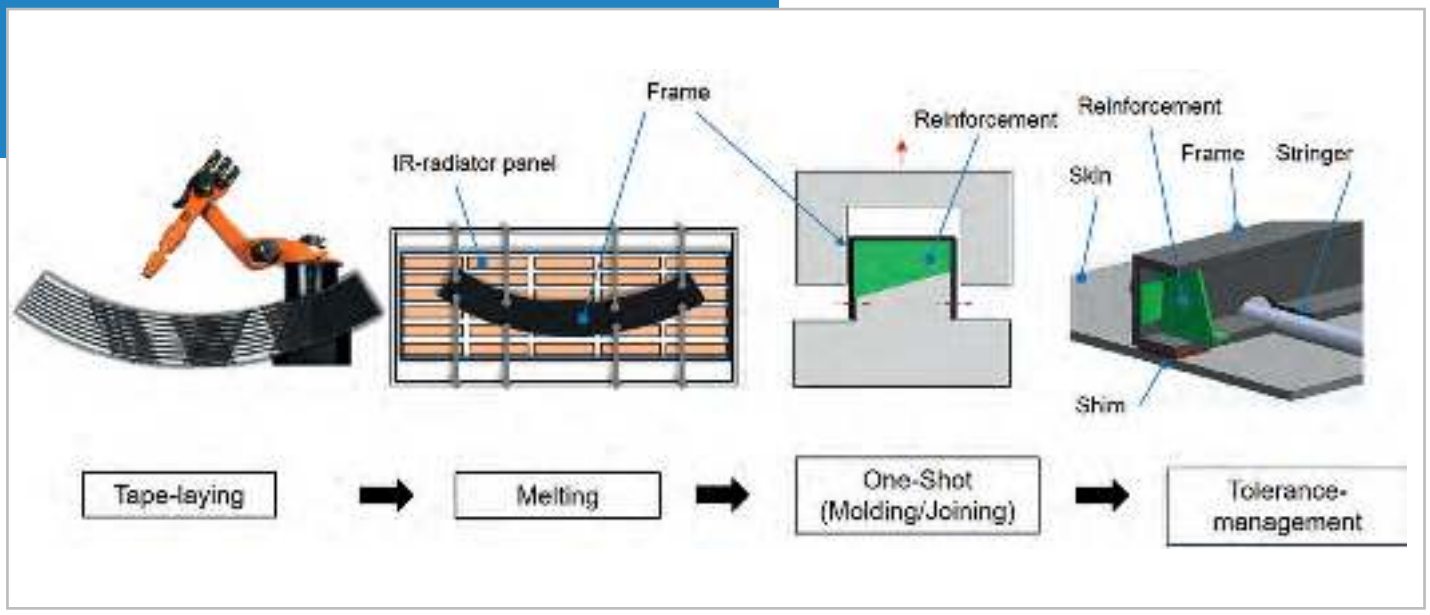
lukas.muench@ivw.uni-kl.de

Mit der Indienststellung des Airbus A350 XWB ist es einem Flugzeughersteller erstmals gelungen, ein Flugzeug für die zivile Luftfahrt auf den Markt zu bringen, dessen Struktur zum größten Teil aus CFK besteht. Aus Sicht der Herstellungskosten kann bislang nicht mit der konventionellen Aluminiumbauweise konkurriert werden. Autoklavzyklen zur Aushärtung der meist duroplastischen Matrices sowie erhöhte Montageaufwände durch Fügeprozesse von Anbindungselementen sind Faktoren, die die Fertigungszeit und -kosten von CFK-Strukturen derzeit in die Höhe treiben. Im hochautomatisierten Tapelegeverfahren sollen nun thermoplastische CFK-Spante hergestellt werden. Dazu werden Kohlenstofffasertapes lastpfadgerecht und endkonturnah zu 2D-Preforms verarbeitet und in einem anschließenden Umform-Fügeschritt (One-Shot Prozess) in die Endgeometrie gebracht. Ein nachträgliches Fügen von Anbindungs- und Versteifungselementen entfällt durch die Integration im Pressenschritt. Eine Umformsimulation soll die Auswahl der Tapelegeparameter unterstützen und den Konsolidierungsgrad der Preforms für den Thermoformprozess optimieren. Mit der Verwendung von automatisierten Geometrieerfassungssystemen und additiven Fertigungsverfahren werden bauteilspezifische Toleranzen ausgeglichen.

Das Bestreben liegt darin, einen hochautomatisierten Herstellungsprozess für CFK-Flugzeugspante mit Thermoplastmatrix zu entwickeln. Durch Integralbauweise sollen Kosten und Zeit in der Fertigung eingespart werden.

Schematische Darstellung der Prozesskette zur Fertigung eines Integralspants

Schematic process-chain description of the manufacturing process of an integral frame



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

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



Herstellung von 2D-Preforms mit gekrümmten Pfaden im Tapelegeverfahren

Manufacturing of 2D-tape preforms featuring curved paths in automated tape laying process

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

With the commissioning of the Airbus A350 XWB, an aircraft manufacturer for the first time managed to design a passenger aircraft whose structure consists mainly of CFRP. In terms of manufacturing costs it is not possible to compete with the conventional aluminum construction so far. High autoclave cycle times - in order to cure the thermoset matrices - and increased assembly costs due to subsequent joining processes of attachment parts are criteria that inflate both production time and costs. In this project, thermoplastic CFRP frames are manufactured using the automated tape laying process. Two-dimensional preforms are produced by placing carbon fiber tapes layer by layer, orientated in different directions that match the paths of loading. In a one-shot process featuring both steps of forming the 3D-shape and joining of attachment parts, the final part geometry is achieved. Supporting the setting of the tape-laying process parameters, simulations are performed that reproduce the molding procedure which is primarily determined by the slipping condition of the adjacent layers of the laminate. By using automated geometry registration systems and additive manufacturing processes, part-specific tolerances are compensated.

Within the OSFIT project the development of a highly automated manufacturing process for CFRP frames is attempted. The integral part design follows the idea of reducing production time and costs.

Projektpartner / *Partners:*
Automotive Center Südwestfalen GmbH
Fraunhofer IFAM
Fraunhofer IGCV
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Premium Aerotec GmbH

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

eugen.padenko@ivw.uni-kl.de

PBI – Beschichtungen für verschleißbeanspruchte Oberflächen



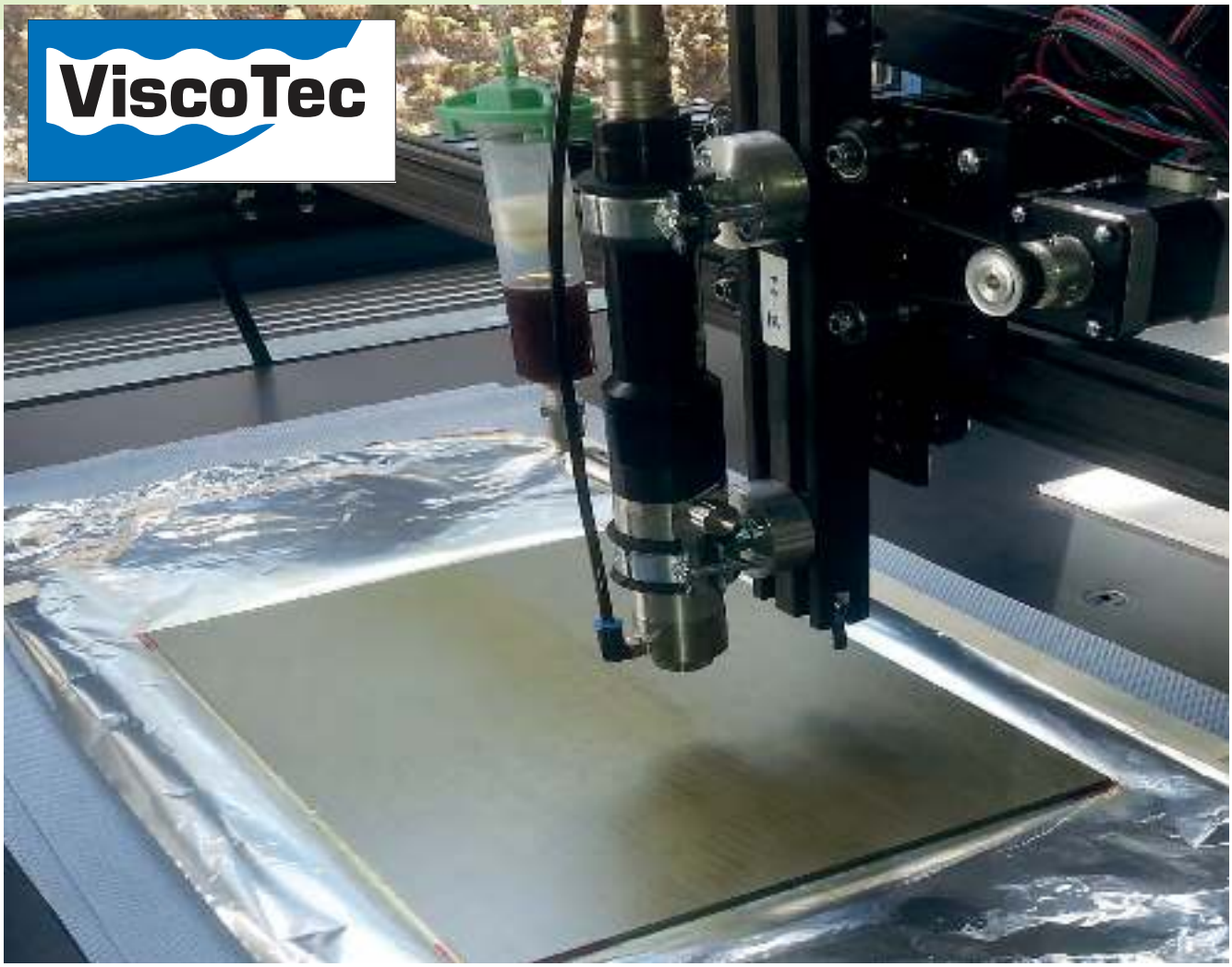
Eugen Padenko

Mit Beschichtungen aus Hochleistungspolymeren und funktionellen Füllstoffen lassen sich in tribologischen Anwendungen sehr niedrige Reibungszahlen und Verschleißraten realisieren. Zu den Bauteilen, die typischerweise mit solchen Schichten versehen werden, gehören Gleitlager, Kurbelwellenlager und Motorkolben. Eine Alternative zu dem bisher häufig eingesetzten Polyamidimid (PAI) bieten die in diesem Projekt neu entwickelten und deutlich leistungsfähigeren Polymersysteme auf Basis von Polybenzimidazol (PBI). Hierzu wurden Beschichtungsrezepturen aus PBI neu entwickelt und hinsichtlich ihrer tribologischen, mechanischen und thermischen Eigenschaften analysiert. Verglichen mit den am Markt etablierten hochtemperaturbeständigen Polyamidimid-Systemen eröffnet das PBI ein breiteres Temperatureinsatzfenster. Selbst bei Temperaturen von 400 °C behält das PBI eine Reststeifigkeit, die vergleichbar mit der Steifigkeit der PAI-Systeme bei 200 °C ist. Im Anschluss an die Rezepturentwicklung wurde ein Sprühapplikationsprozess für PBI-basierende Schichten entwickelt. Hiermit können große Bauteile mit homogenen Schichtdicken und variabel einstellbarem Schichtaufbau beschichtet werden.

Die Untersuchungen dieser Arbeit bieten somit eine Grundlage, Werkstoffe für zukünftige Hochleistungsbeschichtungen, insbesondere in tribologischen Anwendungen, weiter zu entwickeln.

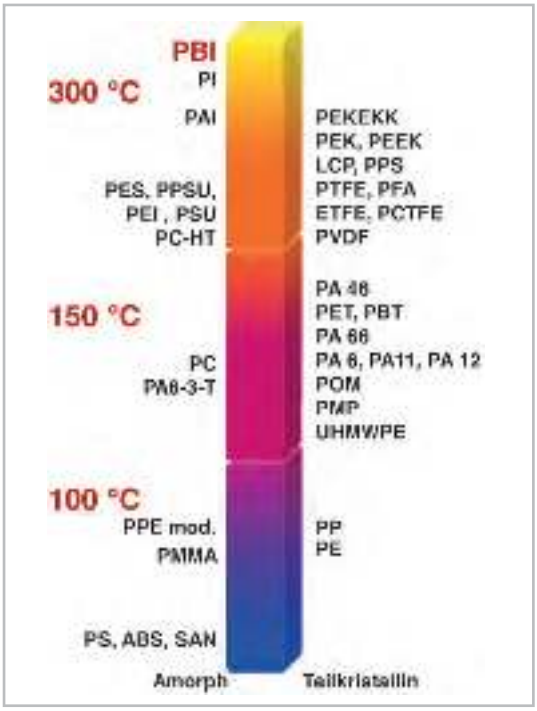
Sprühapplikation von Polybenzimidazol-Lösungen mit dem eco-SPRAY Feinsprühsystem (ViscoTec GmbH)

Spray application of polybenzimidazole solutions by eco-SPRAY device (ViscoTec GmbH)



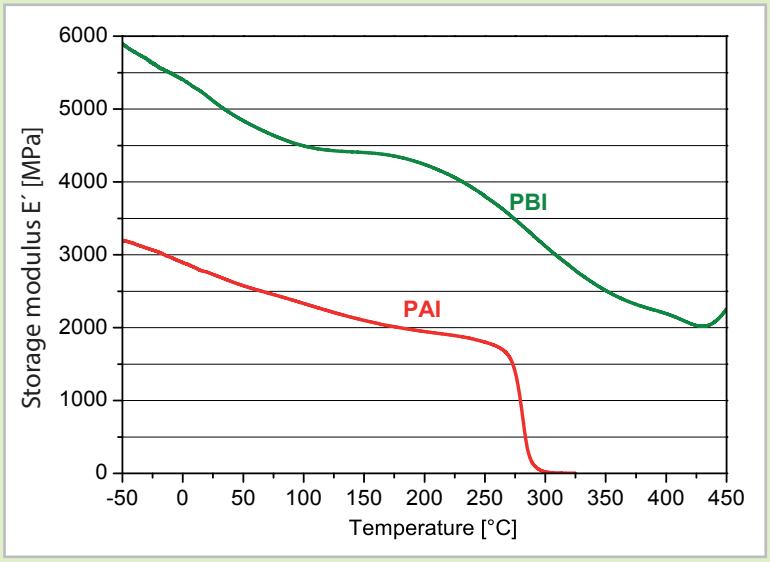
With coatings of high-performance polymers and functional fillers, very low coefficients of friction and wear rates can be achieved in tribological applications. Components typically provided with such layers include plain bearings, crankshaft bearings, and engine pistons. An alternative to polyamideimide (PAI), which is currently frequently used, is offered by polymer systems based on polybenzimidazole (PBI), which were newly developed in this project and which are significantly more sophisticated than their PAI-based predecessors. For this purpose, coating formulations based on PBI were newly developed and their tribological, mechanical, and thermal properties were determined. Compared to the high-temperature resistant polyamideimide systems established on the market, the PBI opens up a wider temperature-use range. Even at temperatures of 400°C, PBI retains residual stiffness comparable to the PAI systems at 200°C. Following the formulation development, a spray application process for PBI-based coatings was developed. This new process can be used to coat large components with homogeneous layer thicknesses and variably adjustable layer structures.

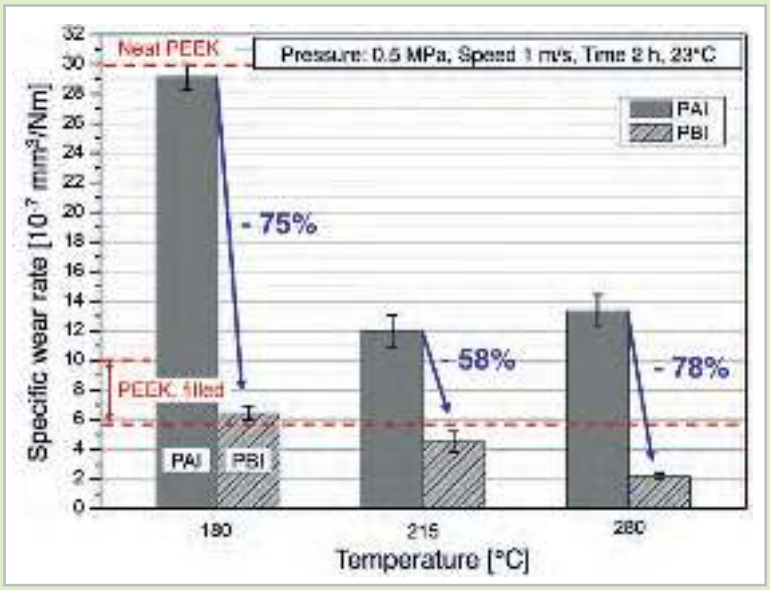
The investigations of this work provide a basis for the further development of materials for future high-performance coatings, especially in tribological applications.



Speichermodul in Abhängigkeit der Temperatur von Polybenzimidazol (PBI) und Polyamidimid (PAI)

Storage modulus of polybenzimidazole (PBI) and polyamide-imide (PAI) as a function of the temperature





Spezifische Verschleißrate von PBI-Beschichtungen im Vergleich zu PAI-Beschichtungen

Specific wear rate of PBI coatings compared to PAI coatings

Polybenzimidazol (PBI) – An der Spitze der Hochtemperaturpolymere

Polybenzimidazole (PBI) – At the top of high temperature polymers

christian.goergen@ivw.uni-kl.de

rCF-Mobil – Recycelte Hochleistungscomposite für den Fahrzeugbau



Christian Goergen

Im Forschungsprojekt rCF-Mobil sollen Verschnittabfälle, die bei der Verarbeitung von Kohlenstofffasertextilien anfallen, in einem neuartigen Fertigungsprozess als Faserverstärkung in duroplastischen FKV-Strukturbauteilen mit lastgerechter Faserorientierung zum Einsatz kommen. Recycelte Kohlenstofffaser-Vliese (rCF-Vliese), die von der Wagenfelder Spinnereien GmbH hergestellt werden, sollen dabei mit Harz übersättigt werden, um anschließend in einem sogenannten Harztransferpress-Prozess (HTP) rCF-Gelege aus Stapelfasergarnen zu imprägnieren. Hierzu werden beide Halbzeuge gemeinsam verpresst, wobei das überschüssige Harz aus dem Vlies in das Gelege gedrückt wird. Das Harzsystem soll einen B-Stage Charakter aufweisen, sodass gleichzeitig eine schnelle Imprägnierung und Aushärtung sowie eine Lagerfähigkeit der übersättigten Vliese bei Raumtemperatur über einen längeren Zeitraum (Wochen) ermöglicht wird. Als Ausgangsmaterial dienen Textilverschnittabfälle des Projektpartners ACE Advanced Composite Engineering GmbH. Das langfristige Ziel ist somit die abfallfreie Produktion von FKV-Bauteilen durch einen in sich geschlossenen Recycling-Kreislauf.

Aktueller Stand der Arbeit am IVW sind die Voruntersuchungen zum Übersättigungsverhalten von rCF-Vliesen sowie die Harz-Modifikation. Der Carbon Composites e.V. verantwortet im Rahmen des neuen Förderprogramms "KMU-NetC" die Projektkoordination.

Projektpartner / *Partners:*
ACE Advanced Composite Engineering GmbH
Carbon Composites e.V.
Wagenfelder Spinnereien GmbH



Duroplast-Imprägnieranlage zur Übersättigung der rCF-Vliese

Thermoset impregnation machine for the over-saturation of rCF nonwovens

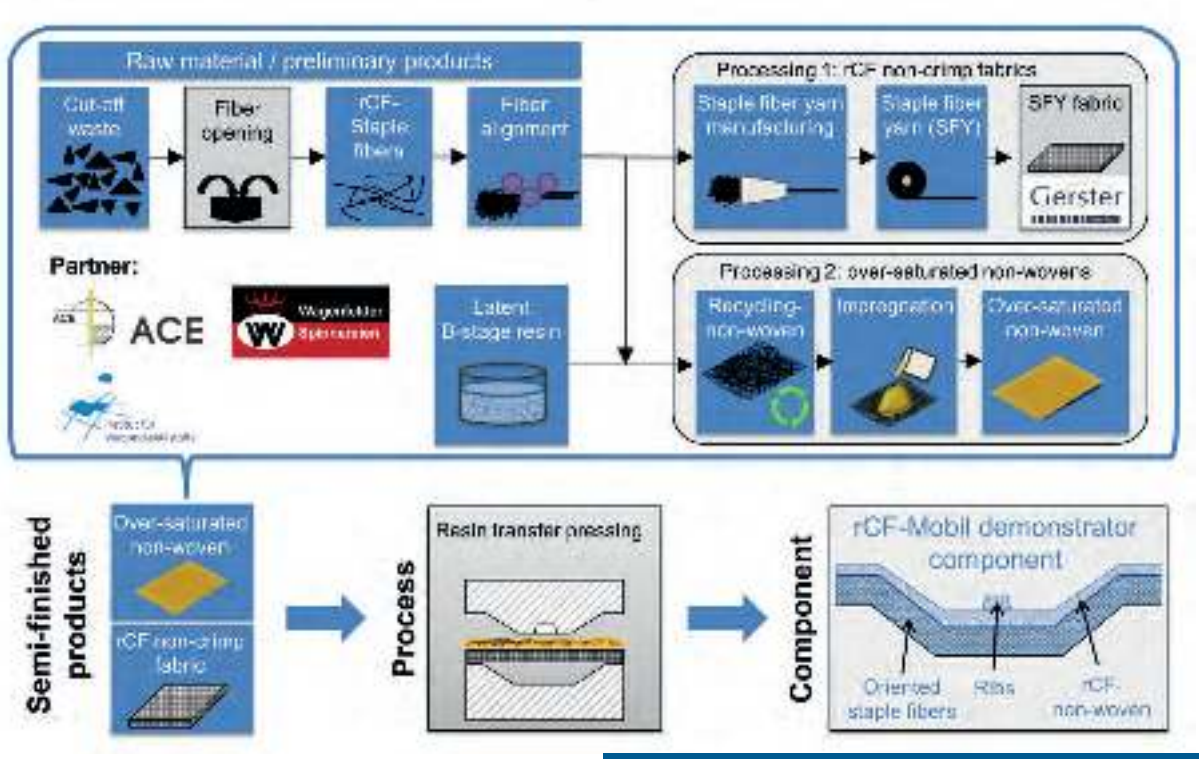


Verschnittabfall von Carbonfaser-Gelegen des Projektpartners ACE GmbH

Cut-off waste of carbon fiber non-crimp fabrics from the project partner ACE GmbH

© ACE Advanced Composite Engineering GmbH

Das Projekt „rCF-Mobil – Recycelte Hochleistungscomposite für Mobilitäts- und Transportanwendungen" wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 03VNE2104B).



In the rCF-Mobil research project, cut-off waste resulting from the processing of carbon fiber textiles is to be used again as load-oriented fiber reinforcement in thermoset CFRP structural components. For this purpose, recycled carbon fiber nonwovens (rCF nonwovens), produced by Wagenfelder Spinnereien GmbH are to be supersaturated with resin and then impregnated with rCF fabrics in a so-called resin transfer press process (HTP). During the HTP process, the excess resin is pressed from the fleece into the fabric and the entire structure is consolidated. The B-stage character of the resin system used should allow the supersaturated nonwovens to be stored at room temperature for a longer period of time (weeks). Processing waste from the project partner ACE Advanced Composite Engineering GmbH is used as the basic material. The long-term goal is therefore the waste-free production of FKV components through a closed recycling cycle.

The current status of the work at IVW is the preliminary investigation on the supersaturation behavior of rCF nonwovens as well as the resin modification. The Carbon Composites e.V. is responsible for project coordination as part of the new "KMU-NetC" funding program.

Prozesskette Halbzeugherstellung und Harztransferpressen

Process chain of semi-finished product manufacturing and resin transfer pressing

KMU-NetC Mittelstand

Federal Ministry of Education and Research

The project "rCF-Mobil – Recycled High Performance Composites for Mobility and Transport Applications" is funded by the Federal Ministry of Education and Research on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 03VNE2104B).

sergiy.grishchuk@ivw.uni-kl.de

ReInvent – Fortschrittliche Bioschaumwerkstoffe



Sergiy Grishchuk

Ziel des Projekts ist die Entwicklung neuartiger und nachhaltiger biobasierter Werkstoffe, um erdölbasierte Produkte aus Polyurethan zu ersetzen sowie alternative strukturelle Lösungen für die Bau- und Automobilindustrie und Energieinfrastruktur (Fernwärme) in Europa anzubieten. In der Bauindustrie werden diese Materialien z.B. als Hartschaum-Isolationswerkstoffe, faserverstärkte Verbundwerkstoffe und Sandwichstrukturen eingesetzt, im Automobilbau dagegen finden diese Materialien z.B. als Weichschäume im Fahrzeuginnenraum ihre Anwendung. Es wird erwartet, dass sich Komponenten aus den neuen Werkstoffen durch eine überragende Umweltbilanz auszeichnen, denn sie bieten bei verbesserten mechanischen und isolierenden Eigenschaften eine längere Lebensdauer als aktuelle, erdölbasierte Bauteile und erfordern zur Herstellung weniger Energie und geringere Kosten. Um die Nachhaltigkeit von Produkten weiter zu steigern, werden die Werkstoffe nicht nur mit fortschrittlichen energie- und kosteneffizienten Technologien hergestellt, sondern es werden auch forst- und agrarbasierte Ressourcen eingesetzt, um neue Monomere und Additive zu synthetisieren und ein Recycling und die Wiederverwendung der Duroplastharze, Schäume und Verbundwerkstoffe zu ermöglichen. Das IVW entwickelt und validiert hierzu spezielle biobasierte Harz- und Schaumformulierungen, Halbzeuge und Verbundwerkstoffe sowie Sandwichplatten im Labormaßstab.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung von neuen, biobasierten Duroplastformulierungen, Schäumen und Verbundwerkstoffen für Komponenten der Bau– und Automobilindustrie. Nanotechnologie und fortschrittliche Prozesse werden zur Gewinnung, Herstellung und Recycling der Werkstoffe eingesetzt, um mechanische Eigenschaften, Dämmung, Ökobilanz und Kosten der nachhaltigen Produkte zu verbessern.

Projektpartner / *Partners:*

Acciona Construccion SA (ES)
ADLER EVO S.r.l. (IT)
AEP Polymers S.r.l. (IT)
Aerofly 360 Industrial S.L. (ES)
AUNDE ITALIA S.p.A. (IT)
CENTITVC – Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos Funcionais e Inteligentes Associacao (PT)
Centro Ricerche Fiat S.c.p.A. (IT)
Consiglio Nazionale Delle Ricerche (IT)
Coventive Composites (UK)
Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research IAP, Research Divisions Polymeric Materials and Composites PYCO and Pilot Plant Center PAZ (DE)
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (DE)
Kroppenstedter Ölmühle Walter Döpelheuer GmbH (DE)
LOGSTOR A/S (DK)
Melodea Ltd. (IL)
OSM DAN Ltd (IL)
Project Hub 360 (IT)
Ritols (LV)
Silcart S.p.A. (IT)
Universitat Politècnica de Catalunya (ES)

Das Projekt „ReInvent – Neuartige Produkte für Bau- und Automobilindustrien auf der Basis von Biowerkstoffen und Naturfasern“ wird durch das Bio Based Industries Joint Undertaking (JU) unter dem Förderkennzeichen 792049 finanziert. Das JU erhält Unterstützung aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union und dem Bio Based Industries Consortium.

Beispiele potentieller Fahrzeugbau- und Bau-Anwendungen

Examples of potential automotive and construction applications



© Centro Ricerche Fiat S.c.p.A.



© LOGSTOR A/S



© Acciona Construccion SA



© Ritols

The goal of this project is to develop novel bio-based materials or to replace petroleum-based polyurethane products and to offer alternative structural solutions for the building and automotive industries as well as the energy infrastructure (district heating) of Europe. These materials are applied in the building industry e.g. for hard foam insulations, fiber reinforced composites, and sandwich structures, and in the automotive industry e.g. as soft foams for vehicle interiors. It is expected that components made out of these materials possess superior environmental balance, since they offer improved insulation, mechanical properties, and service life compared to petroleum-based parts, and they require less energy and costs for production. To enhance sustainability, the materials will be produced by advanced energy- and cost-efficient technologies using monomers and additives extracted from forestry and agricultural resources, as well as from the advanced recyclability of the thermosetting resins, foams, and composites facilitating their value-added reuse. IVW develops and validates the special bio-based resin and foam formulations, semi-finished parts, composites and sandwich panels on the laboratory scale.

The goal of the project is the development of novel bio-based thermoset formulations, foams and composites for components in the building and automotive industries. Nanotechnology and advanced processes for extraction, production, and recycling are employed to improve mechanical and insulation properties, reduce environmental impact and lower costs of the new sustainable products.

Bio-based Industries Consortium

Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

The project "ReInvent – Novel Products for Construction and Automotive Industries Based on Bio Materials and Natural Fibers" has received funding from the Bio Based Industries Joint Undertaking (JU) under funding reference 792049. The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program and the Bio Based Industries Consortium.

thomas.rief@ivw.uni-kl.de

ReSA – Eigenspannungs-Messgerät

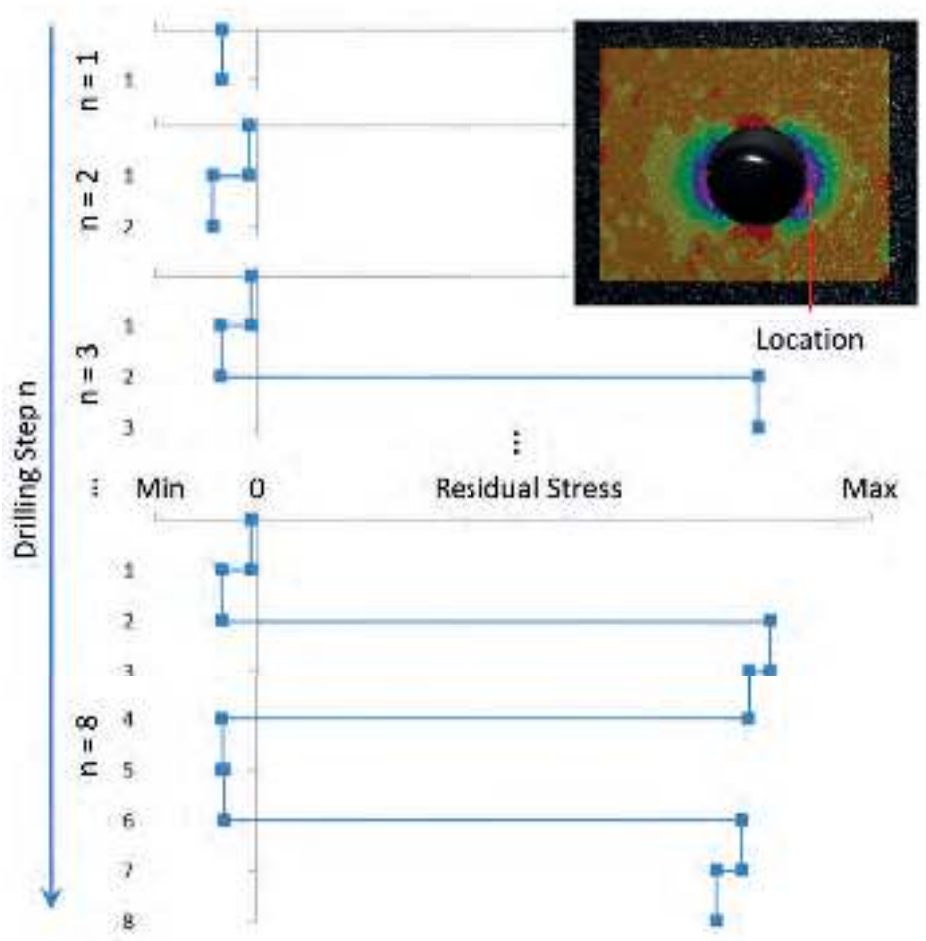


Thomas Rief

Zur Eigenspannungsanalyse von Werkstoffen besteht mit der Bohrlochmethode nach ASTM E 837 eine etablierte Methode, die allerdings vor allem für metallische Werkstoffe verwendet wird. Durch ein stufenweises Bohren in das Material und das Aufzeichnen der Dehnungsrelaxation an der Oberfläche über Dehnmess-Rosetten wird durch einen vorgegebenen Algorithmus die Spannung im Material berechnet. Für anisotrope Werkstoffe mit starken Unterschieden in der Richtungsabhängigkeit muss die Methodik angepasst werden. Hierfür wird ein Verfahren zur Herleitung des benötigten Berechnungsalgorithmus entwickelt. Zudem werden die bisher eingesetzten Dehnungsmessstreifen durch Bildaufnahmeverfahren mit anschließender digitaler Bildkorrelation (DIC) und vollflächiger Dehnungsberechnung ersetzt. Anpassungen erfordert der Messprozess hinsichtlich des Bohrprozesses und der Bildverarbeitung, da kleine Bildflächen im Bereich der Bohrungen untersucht werden. Ein Prototyp des Kameramesssystems mit integrierter Bohrspindel ist fertiggestellt und es erfolgen experimentelle Validierungen zur Simulation. Weiterhin werden Vergleichsmessungen des herkömmlichen Verfahrens zu dem neuen DIC-Verfahren durchgeführt.

Projektpartner / *Partner:*
isi-sys GmbH

Das Endprodukt stellt dann ein tragbares Messgerät zur Eigenspannungsmessung – den Residual Stress Analyzer (kurz ReSA) – dar.



Schematischer Verlauf einer Spannung über den Bohrschritten n aufgetragen (äquidistante Bohrtiefen) an der markierten Stelle

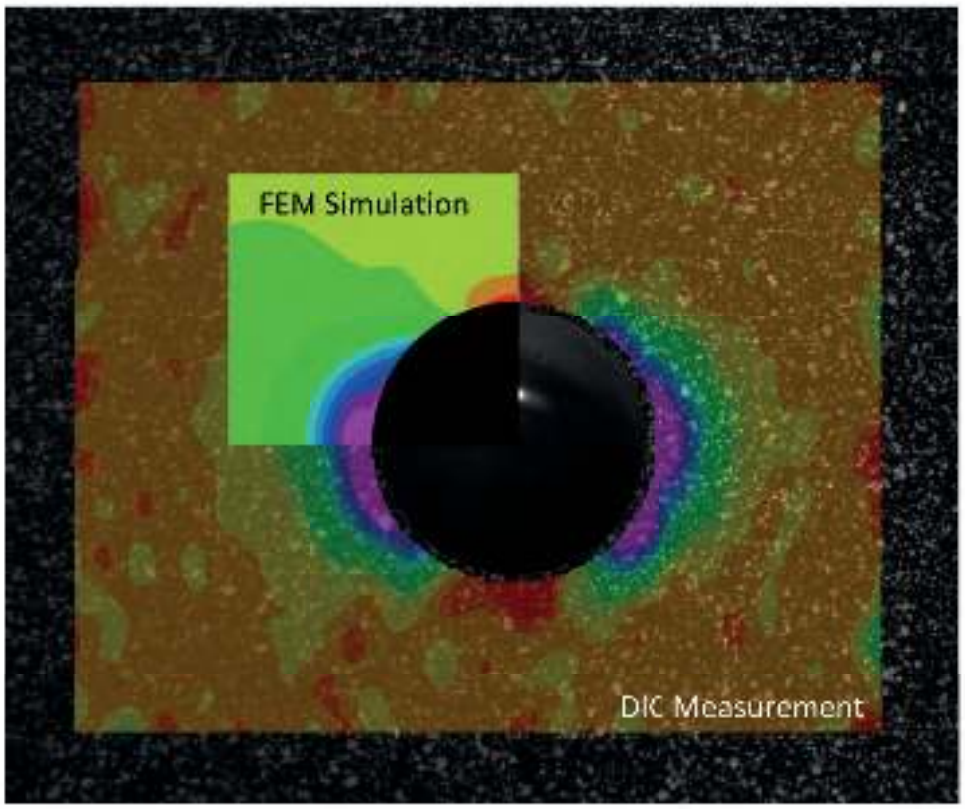
Schematic view of a stress plotted against drill steps n (equidistant drill depths) at the marked location

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

Das Projekt „ReSA – Eigenspannungs-Messgerät“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen KF2088347GR4).

Vergleich zwischen Simulation und Messung ausgelöster Dehnungen an der Oberfläche

Comparison between simulation and measurement of released strains on the specimen's surface



An established method for measuring residual stresses in materials is the existing ASTM Standard E 837 – Hole drilling method, which is so far being widely used for metallic materials. Through a stepwise drilling process and the recording of the strain relaxation on the surface with a strain gauge rosette, the stresses inside the material are calculated with a given algorithm. For anisotropic materials with major differences in the directionality, the methodology has to be adapted. Therefore, a method for the derivation of the calculation algorithm is developed. Furthermore, the strain gauge rosettes will be replaced by an image recording system with consecutive digital image correlation (DIC) and full area strain computation. Therefore, the measuring process will be adjusted to the small imaging areas (drill diameter in the small millimeter range). A prototype of the camera measuring system with integrated high speed drill is finalized and an experimental validation with respect to the simulation is accomplished. Further referential measurements of the common method to the new DIC method are conducted.

The final product will be a mobile Residual Stress Analyzer (short ReSA).

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

The project "ReSA – Residual Stress Analyzer" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference KF2088347GR4).

mark.kopietz@ivw.uni-kl.de

SamBa – Sanierungssysteme mit Basaltfaser-Verbundwerkstoffen

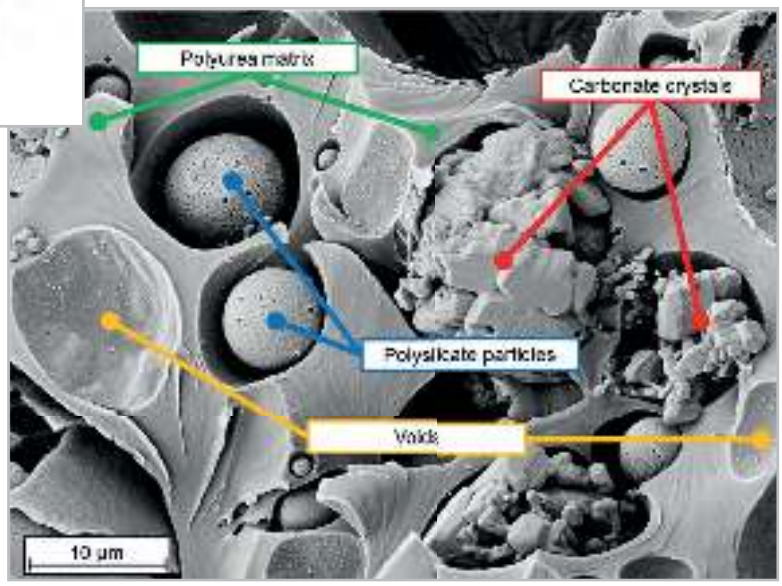


Mark Kopietz

Konventionelle Kurzliner-Rohrsanierungssysteme basieren auf glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK). Als Matrizes werden kalthärtende, organisch/anorganische Hybridpolymere eingesetzt, welche reaktionsbedingt mit in situ gebildeten Polysilikatpartikeln gefüllt sind. Das Einsatzgebiet der finalen „Rohr-in-Rohr"-Komposite ist jedoch hinsichtlich ihrer Medien- und Korrosionsbeständigkeit wie auch ihrer physikalisch-mechanischen Eigenschaften limitiert. Qualitativ hochwertige Basaltfasern schaffen es, diese Grenzen zu durchbrechen. Gewonnen aus nahezu unerschöpflicher vulkanischer Lava besitzen sie eine erhöhte Korrosionsresistenz und Temperaturbeständigkeit sowie bei ähnlicher Dichte eine höhere Steifigkeit und Festigkeit. Zudem werden sie in einem effizienten und vergleichsweise energiearmen Prozess zu Mikrofilamenten (d = 9–14 µm) gesponnen und bieten sich daher als erfolgversprechende Substitutionsfaser an. Speziell zur Sanierung defekter, medienbelasteter Rohrleitungen entwickelt das IVW nun gemeinsam mit den Kooperationspartnern neuartige Basaltfaserhalbzeuge (Gewebe-/Wirrfaser-Kombinationen) als Verstärkungsmaterial. Parallel dazu erforscht das IVW Möglichkeiten, um die Polymermatrix durch Additive zu modifizieren und das organische Polymer an die anorganischen Substrate (Partikel, Fasern) chemisch anzubinden. Dies stellt eine effiziente Lastübertragung zwischen den Werkstoffkomponenten sicher. Ziel dabei ist die mechanische Verstärkung des Polymers unter Nutzung synergistischer Effekte im Faserverbund.

Das ZIM-Kooperationsprojekt „SamBa" strebt die Entwicklung innovativer basaltfaserverstärkter Kunststoffe (BFK) für den Einsatz in der Sanierung medienbelasteter Rohre an. Dabei stehen die Entwicklung eines geeigneten Basaltfaserhalbzeuges sowie mechanisch optimierter Matrizes im Vordergrund.

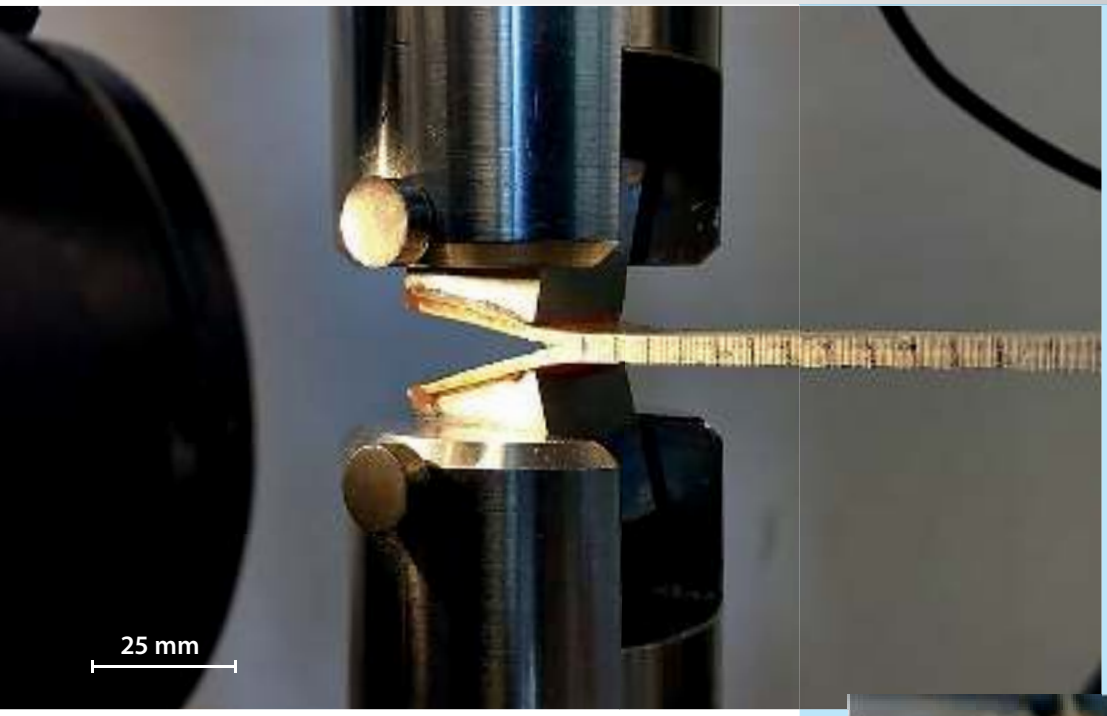
Projektpartner / *Partner:*
Fluvius GmbH, Meerbusch



Rasterelektronenmikroskopische (REM) Aufnahme einer CT-Bruchoberfläche mit ungebundenen Polysilikat-Partikeln

Scanning electron microscopy (SEM) image of a CT fracture surface with chemically non-bonded polysilicate particles

Das Projekt „SamBa – Entwicklung von Sanierungssystemen mit Basaltfaser-Verbundwerkstoffen" wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052317SA7).



Versuchsdurchführung eines Double Cantilever Beam Versuchs zur Detektion der Faser/Matrix-Haftung zwischen Laminatlagen

Test setup of a double cantilever beam experiment to detect the fiber/matrix adhesion between laminate layers

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag



Seitenansicht auf ein Basaltfaserhalbzeug aus 0/90°-Gewebe und vernadelter Wirrfasermatte

Side view of a semi-finished product made from basalt fibers with 0/90° woven fabric and stitched tangled fibers

Conventional shortliner pipe renewal systems are based on glass fiber reinforced plastics (GFRP). The matrices consist of cold curing organic/inorganic hybrid polymers containing in situ polysilicate particles formed as a result of a chemical reaction. However, the field of application of the final "pipe-in-pipe" composites is currently limited due to their media and corrosion resistance as well as the physical-mechanical properties. Premium basalt fibers allow a breakthrough. Obtained from the almost inexhaustable volcanic lava resources, basalt fibers impress with their high corrosion and temperature resistance and their higher stiffness and strength than regularly used glass fibers at almost similar density. They are manufactured efficiently in low-energy processes into micro filaments (d = 9–14 µm) and yarns. Thus, basalt fibers are very promising to substitute other fibers. Especially for the renewal of damaged pipes subjected to media, IVW and its partners develop novel reinforcing semi-finished parts by combining fabrics and tangled fibers made from basalt fibers. In parallel, IVW is exploring possibilities for modifying the polymer matrix in order to chemically bond the organic polymer to the inorganic substrates (e.g. particles, fibers). A good bonding ensures an efficient mutual load transfer between the materials' components. The goal is to reinforce the polymer while making use of synergistic effects in the composite.

Target of the ZIM cooperation project "SamBa" is the development of innovative basalt fiber reinforced plastics (BFRP) for the application in trenchless sewer repair. Main goals are the development of suitable basalt fiber semi-finished products as well as mechanically improved matrices.

The project "SamBa – Development of Renewal Systems Made of Basalt Fiber Reinforced Composites" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052317SA7).

benedikt.hannemann@ivw.uni-kl.de

SCFK – Stahlfaserverstärktes CFK



Benedikt Hannemann

Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) zeichnen sich durch hervorragende mechanische Eigenschaften bei gleichzeitig geringer Dichte aus. Dem gegenüber stehen ein sprödes Versagensverhalten und eine für bestimmte Anwendungen (z.B. Blitzschutz) unzureichende elektrische Leitfähigkeit. Ein vielversprechender neuer Ansatz ist die Integration von besonders duktilen, elektrisch leitfähigen Stahlfasern in CFK. Die Grundidee dieses Konzeptes besteht darin, die vorteilhaften Eigenschaften von CFK mit denen von Metallen in einem gemeinsamen Verbundwerkstoff zu vereinen. Das vorliegende Projekt beschäftigt sich mit der Optimierung der strukturellen und elektrischen Leistungsfähigkeit solcher Hybridverbundwerkstoffe mit unterschiedlichen Anteilen an metastabilen austenitischen Stahlfasern (Legierung: 1.4301, Filamentdurchmesser: 60 µm). Ergänzt durch analytische und numerische Untersuchungen wurden hierzu Versuche sowohl an Einzelfasern als auch an uni- und multiaxialen Hybridlaminaten durchgeführt.

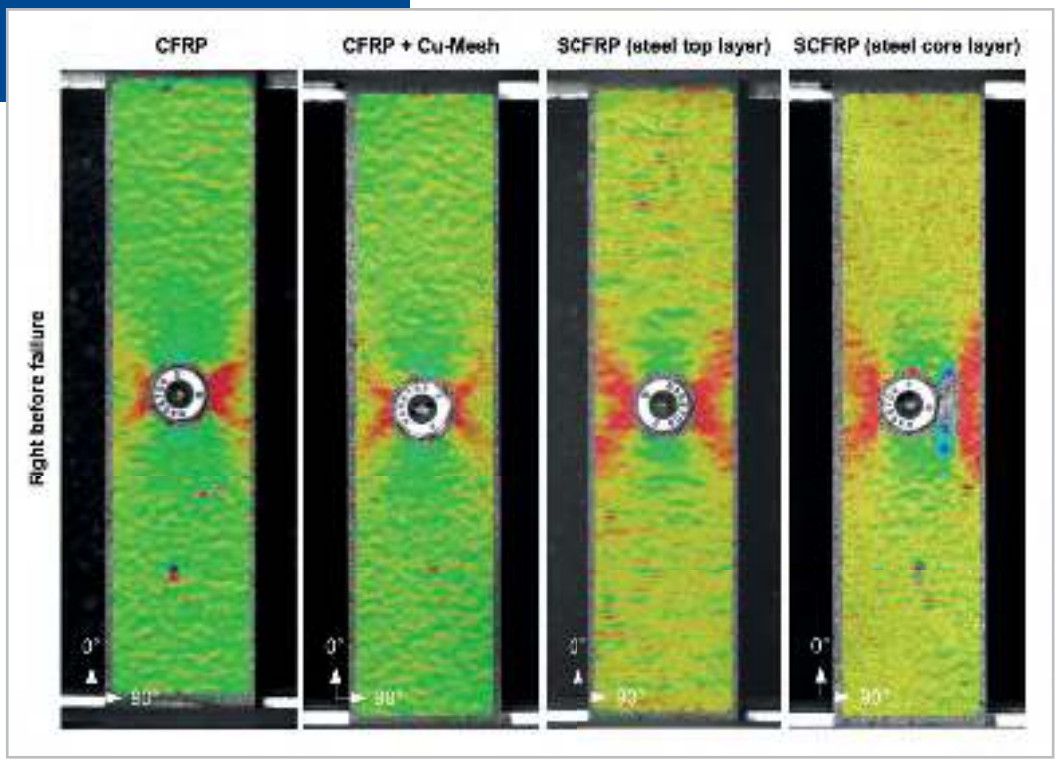
Dabei konnten synchrone Verbesserungen der elektrischen in-plane Leitfähigkeit, der Zugeigenschaften, des Impakt- und Durchstoßverhaltens sowie der Nieteignung nachgewiesen werden. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass sich der Effekt der verformungsinduzierten Phasenumwandlung der eingebetteten Stahlfasern zur zerstörungsfreien Schadensdetektion eignet. Basierend auf den Versuchsergebnissen wurden abschließend lastfallabhängige Gestaltungsempfehlungen für eine optimierte Anordnung der Metallfasern abgeleitet.

INATECH EFM

Projektpartner / *Partners:*

Institut für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH)
Professur Engineering of Functional Materials (EFM)
Albert-Ludwig-Universität Freiburg

Lehrstuhl für Werkstoffkunde (WKK)
TU Kaiserslautern



Gelochte Zugprobekörper verschiedener (Hybrid-) Laminate unter Belastung im Vergleich

Filled hole tensile tests of different (hybrid) laminates in comparison

Das Projekt „Multifunktionale Metall-C-Faser-Kunststoff-Verbunde für schadenstolerante und elektrisch leitfähige Leichtbaustrukturen“ wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert (DFG Förderkennzeichen BR 4262/2-1 und BA 4073/6-1).

Carbon fiber reinforced composites (CFRP) offer superior weight-specific mechanical properties. However, their brittle failure behavior limits the structural integrity and damage tolerance in case of impact and crash events. Furthermore, their electrical conductivity is insufficient for certain applications (e.g. lightning strike protection, grounding). A promising new approach is the incorporation of highly conductive and ductile continuous metal fibers into CFRP. The basic idea of this concept is to merge the beneficial properties of CFRP and metal materials in a joint composite. The present study focuses on optimizing the structural and electrical performance of such hybrid composites with different shares of metastable austenitic steel fibers (alloy: 1.4301, filament diameter: 60 µm). Supported by analytical and numerical investigations, a wide range of experimental tests was conducted on single fibers as well as on unidirectional and multiaxial hybrid laminates.

Within this DFG project, synchronous improvements of the electrical in-plane conductivity, the plain tensile behavior, the impact and penetration resistance as well as the notched properties were verified. In addition, the usability of the embedded steel fibers for non-destructive testing by measurement of deformation-induced phase transformation via proper magneto-sensor devices was demonstrated. Based on the outcome of the analyses, load-case dependent design principles for an optimized arrangement of the metal fibers were derived.



Versuchsaufbau zur Messung der Gefügeumwandlung von Stahlfasern in Hybridlaminaten während Ermüdungsbeanspruchung

Test setup for phase transformation measurements of steel fibers in hybrid laminates during fatigue load

The project "Multifunctional Metal-Carbon-Fiber Composites for Damage Tolerant and Highly Conductive Lightweight Structures" is supported by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG funding reference BR 4262/2-1 and BA 4073/6-1).

martina.huembert@ivw.uni-kl.de

SOPHIA – Smarte Prozesse und Bauweisen für hohe Fertigungskadenzen



Martina Hümbert

Seitenwände in Verkehrsflugzeugen bestehen aktuell aus Sandwichbauteilen mit Decklagen aus glasfaserverstärkten Phenolharzprepregs in Kombination mit Aramid-Wabenkernen. Auf die Rückseite wird zur akustischen und thermischen Isolation ein Glaswollpaket aufgebracht. Allerdings ist die Herstellung der Seitenwände sehr zeitaufwendig und die Glaswollpakete neigen im Reiseflug zu Wassereinlagerungen, welche zu einer Gewichtszunahme und Schimmelbildung führen können. Im Projekt SOPHIA soll diese Bauweise durch eine integrale Schaumbauweise in Kombination mit thermoplastischen Decklagen ersetzt werden. Für die Decklagen wird eine Kombination aus Glasgeweben und Glasvliesen mit brandgeschützten Polymerverbindungen in Form von Organoblechen entwickelt. Als Strukturschaum kommt ein speziell brandgehemmter Partikelschaum zum Einsatz, der bei der Bauteilherstellung, zum Beispiel in einem effizienten Thermoformprozess, mit der Decklage verbunden wird. Zur Gewährleistung der geforderten optischen und haptischen Eigenschaften wird kabinenseitig eine dekorative Schicht vorgesehen. Da der Partikelschaum selbst die Isolation darstellt und zur Integration notwendiger Systeme genutzt werden kann, bestehen zudem Vorteile im Bereich der Endmontage. Das IVW ist im Rahmen des Projektes unter anderem mit Forschungsarbeiten zur Organoblechherstellung sowie der Prozessentwicklung und Prozesssimulation zur integrierten Schaum-Decklage-Umformung befasst.

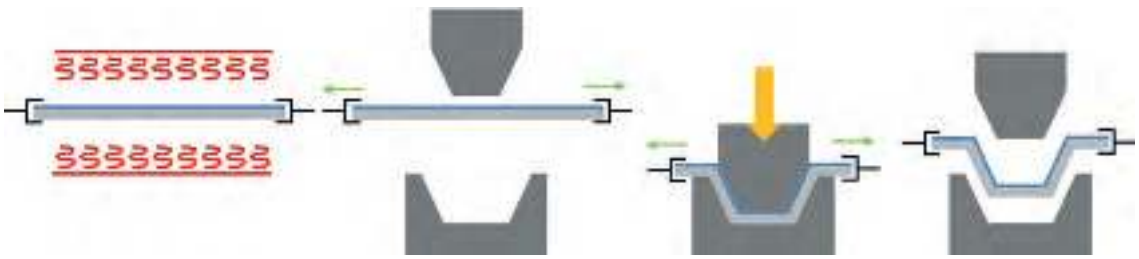
Im Rahmen des Projektes SOPHIA wird eine grundsätzlich neue integrale Schaumbauweise mit thermoplastischer Decklage für Kabinenbauteile am Beispiel der Seitenwand entwickelt.

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



Schematische Darstellung des Sandwich-Halbschalen-Thermoformprozesses

Schematic diagram of the thermoforming process of sandwich half-shells



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

Das Projekt „SOPHIA – Smarte Prozesse und optimierte Bauweisen für hohe Fertigungskadenzen“ wird im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms V-3 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20X1715D).

Seitenwandelemente eines Verkehrsflugzeugs

Sidewall elements of a commercial aircraft



Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

Side walls in commercial aircrafts currently consist of sandwich components with top layers of glass-fiber reinforced phenolic resin prepregs in combination with an aramid honeycomb core. A glass wool package is attached to the rear side for acoustic and thermal insulation. However, the production of the side walls is very time-consuming and the glass wool packages tend to store water during cruise flight, which can lead to weight gain and mold growth. In the SOPHIA project, this construction method is replaced by an integral foam construction in combination with a thermoplastic cover layer. A combination of glass fiber fabrics and glass fiber nonwovens with fire-resistant polymer compounds in the form of organo sheets is developed for the top layers. A special fire-resistant particle foam is used as structural foam, which is bonded to the top layer during component manufacturing, for example an efficient thermoforming process. A decorative layer is applied on the surface at the cabin side to ensure the required optical and haptic properties. Since the particle foam itself serves as insulation and can be used to integrate the necessary systems, there are additional advantages for final assembly lines. Within the scope of the project, IVW is among other points responsible for research on organo sheet manufacturing, process development, and process simulation of a thermoforming process for foam and top layer.

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

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

jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de

Speedpreg – Entwicklung eines High-Speed-Wickelverfahrens



Jens Schlimbach

CO_2-, Gewichts- und Kosteneinsparungen, aber auch die Sicherung unserer zukünftigen Energieversorgung sind wesentliche Innovationstreiber in vielen Industriebranchen wie der Automobil- und Flugzeugindustrie, aber auch der Energiewirtschaft. Durch die erheblich geringere (volumenbezogene) Energiedichte von Wasserstoff oder Erd-/Biogas im Vergleich zu Benzin bzw. Diesel muss die Gasspeicherung unter hohen Drücken von bis zu 700 bar erfolgen.

Auf Innendruck belastete Hochdruck-Behälter sind ein klassisches Einsatzgebiet für Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV). Es sind Gewichtseinsparungen – im Vergleich zu Stahlbehältern (dem sogenannten Typ-I-Behälter) – von bis zu 70 % möglich. Neben Druckbehältern adressiert die im Vorhaben zu entwickelnde Technologie ebenfalls Luft- und Raumfahrtapplikationen wie Raketenbooster oder Torsionswellen und somit weitere interessante Märkte für hochwertige FKV-Wickelteile. Das zentrale Ziel des Vorhabens ist es, durch die Entwicklung einer völlig neuen Faserimprägniereinheit mit einer darauf abgestimmten, innovativen Materialentwicklung zukünftig deutlich beschleunigte Wickelverfahren zu erreichen. Basierend auf der neuen Faserimprägniereinheit und dem neuen Harzsystem soll eine Erhöhung der maximalen Wickelgeschwindigkeit um bis zu 100 % erzielt werden.

Durch die daraus resultierende höhere Wirtschaftlichkeit des Verfahrens trägt das Vorhaben so zu einer Kostenreduktion von FKV-Wickelbauteilen, wie H_2-Hochdruckbehältern z.B. für den H_2-Transport in H_2-Trailern oder in H_2-Brennstoffzellenfahrzeugen, bei.

Projektpartner / *Partners:*

Jakob Weiß & Söhne Maschinenfabrik GmbH
Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe der Universität Bayreuth

Vorteile des neuen Speedpreg-Imprägnierverfahrens gegenüber konventioneller Technologie

Advantages of the novel Speedpreg impregnation process against conventional technologies



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

Das Projekt „Speedpreg – Entwicklung eines High-Speed-Wickelverfahrens auf Basis der neuen Faserimprägnieranlage und Harzformulierung“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4273803AT7).



Gewickelter Drucktank (Typ IV)

Filament wound pressure vessel (Type IV)

Drucktank (Konzept)

Pressure vessel (concept)

Supported by

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Reducing CO_2, weight and costs, but also securing our future energy supply are key drivers of innovation in many industrial sectors, such as the automotive and aircraft industries, but also in the energy industry. However, hydrogen or natural gas / biogas have a significantly lower (volume-related) energy density compared to gasoline or diesel; therefore gas storage must be under high pressures up to 700 bar.

High-pressure containers subjected to internal pressure are a classic field of application for fiber reinforced polymer composites (FRPC). Weight savings – compared to steel containers (the so-called Type I container) – of up to 70% are achievable. In addition to pressure vessels, the technology to be developed in the project also addresses aerospace applications such as rocket boosters or torsion waves, and thus other interesting markets for high-quality FRPC winding parts. The central objective is to achieve significantly faster winding processes in the future by developing a completely new fiber impregnation unit with a coordinated, innovative material development. Based on the new fiber impregnation unit and the new resin system, the aim is to increase the maximum winding speed by up to 100%.

Due to the resulting higher economic efficiency of the method, the project thus contributes to a cost reduction of FRP winding components, such as high-pressure hydrogen containers, e.g. for H_2 transport in H_2 trailers or H_2 fuel cell vehicles.

The project "Speedpreg – Development of a High-Speed Winding Process Based on a New Fiber Impregnation Unit and Resin Formulation" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4273803AT7).

stefan.schmidt@ivw.uni-kl.de

StresslessCFK – Eigenspannungsreduktion an CFK-Metall-Hybriden



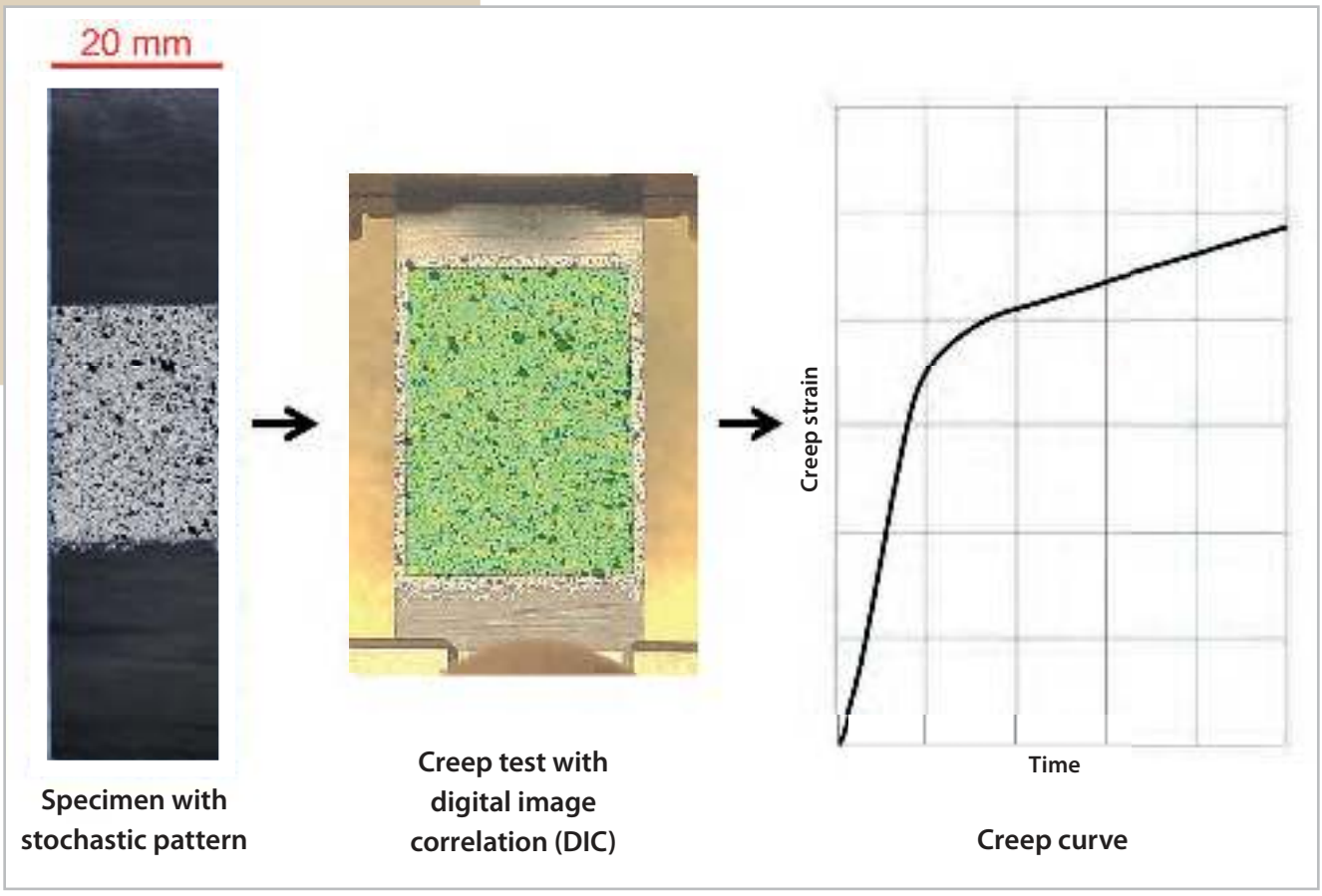
Stefan Schmidt

Die Kombination von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) mit Metallen zu Hybridwerkstoffen bzw. Hybridbauteilen bietet das Potential, die positiven Eigenschaften beider Werkstoffgruppen wie spezifische Festigkeit/Steifigkeit und Ermüdungsfestigkeit der FKV und Impaktresistenz der Metalle auszunutzen. Allerdings ergeben sich durch die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der einzelnen Phasen Eigenspannungen aus dem Fertigungsprozess während der Abkühlung. Diese inneren Spannungen vermindern die Belastbarkeit und verringern somit auch die Lebensdauer. Ein Ansatz zur Eigenspannungsreduktion ist die asymmetrische Abkühlung des Hybridteils. Hierbei wird das Metall durch entsprechende Prozessführung schneller abgekühlt als der faserverstärkte Kunststoff, sodass ein Teil der starken Metall-Schrumpfung entkoppelt vom CFK geschieht. An asymmetrischen Metall-CFK-Hybridplatten konnte durch diese Modifikation des Fertigungsprozesses eine reduzierte Krümmung festgestellt werden, was auf verringerte Eigenspannungen schließen lässt. Des Weiteren laufen Arbeiten, um die Eigenspannungen durch die Kriechneigung des Matrixpolymers in einer der Fertigung nachgeschalteten Druckbehandlung zu reduzieren bzw. abzubauen.

Ziel des Projekts ist die Lebensdauerverlängerung thermoplastischer FKV-Metall-Hybriden durch Reduktion der fertigungsbedingten Eigenspannungen.

Ermittlung der Kriechkurve von CFK über digitale Bildkorrelation

Determination of creep behavior of CFRP using digital image correlation



Das Projekt „StresslessCFK – Lebensdauerverlängerung von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden durch Reduktion der inneren Spannungen“ wird durch die „Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation“ gefördert (Förderkennzeichen 961 – 386261/1184).



Taillierte Metall-CFK-Hybrid-Zugprobe mit mittiger Bohrung für Ermüdungsversuche

Waisted metal CFRP hybrid tensile specimen with a center hole for fatigue testing



Vergleich der Krümmung von herkömmlich hergestellten (hinten) und asymmetrisch abgekühlten (vorn) hybriden Proben; die geringere Krümmung der asymmetrisch gekühlten Probe lässt auf geringere Eigenspannungen schließen

Comparison of conventionally manufactured (at the back) and asymmetrically cooled (in front) hybrid specimens; the reduced curvature of the asymmetrically cooled specimen implies a reduction in residual stresses

Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation

Combining fiber reinforced plastics (FRP) with metals to hybrid materials and components offers the potential of utilizing the desired characteristics of both materials, such as specific strength/stiffness and fatigue strength of FRP and impact resistance of metals. However, due to different coefficients of thermal expansion, residual stresses are induced in the manufacturing process while cooling. These residual stresses impair the load-bearing capacity and, therefore, the life time. One approach for residual stress reduction is the asymmetric cooling of the hybrid part. By means of the manufacturing process the metal is cooled down faster than the CFRP, so that a certain amount of its thermal shrinkage occurs decoupled from the CFRP. A reduced curvature was observed for asymmetric metal CFRP plates manufactured using this approach, indicating lower residual stresses. Furthermore, a compressive treatment is worked on whereat the residual stresses should be reduced exploiting the creep behavior of the matrix polymer.

The goal of the project is the life time enhancement of thermoplastic FRP-metal-hybrids by reducing process induced residual stresses.

The project "StresslessCFRP – Life Time Enhancement of Composite Materials and Hybrids by Reducing Residual Stresses" is funded by the "Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation" (funding reference 961 – 386261/1184).

baicheng.jim@ivw.uni-kl.de

Transferfilmbildung – Mysteriösen Drittkörpern auf der Spur



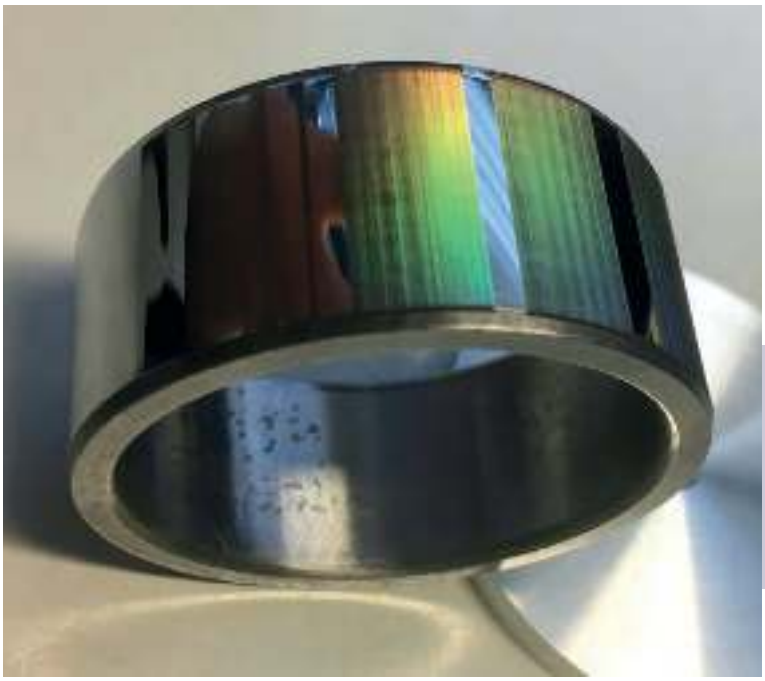
Bai-Cheng Jim

Die Entwicklung von polymeren Verbundwerkstoffen mit maßgeschneiderten tribologischen Eigenschaften ist ein wichtiges Forschungsfeld am IVW. Manche Verbundwerkstoffe bilden im Gleitkontakt Transferfilme als Drittkörper aus. Sie können Reibung und Verschleiß vorteilhaft beeinflussen, jedoch ist über ihre Entstehung, Struktur und Funktionsweise noch wenig bekannt. Wenn man die Bildungsmechanismen kennt und versteht, kann man Werkstoffrezepturen vorteilhaft maßschneidern. Um die grundlegenden Mechanismen und Einflussparameter auf Transferfilmbildung, Reibung und Verschleiß besser zu verstehen, werden am IVW Referenz-Verbundwerkstoffe aus Epoxidharz mit kurzen Kohlenstofffasern und SiO_2-Nanopartikeln über die Laufzeit untersucht und dabei äußere Einflüsse wie Druck, Geschwindigkeit und Temperatur gezielt variiert. Außerdem werden auf der Oberfläche von Stahlgleitpartnern mittels Laser Mikrostrukturen hergestellt und ihr Einfluss auf die Transferfilmbildung untersucht. Ein am IVW neu entwickeltes und zum Patent angemeldetes optisches Verfahren, die Luminanzanalyse, kommt hier zum Einsatz. Es ermöglicht die direkte Quantifizierung der Belegung metallischer Oberflächen durch Transferfilme samt Änderung von Reibwerten während des Versuchs. Mit diesen grundlegenden Kenntnissen plant das IVW künftig Werkstoffrezepturen so zu entwickeln, dass sich reibungs- und verschleißmindernde Transferfilme durch Kontrolle ihrer Struktur sowie Parameter wie Druck, Temperatur, Geschwindigkeit reproduzierbar während des Laufbetriebs einstellen lassen.

Ziel des Projekts ist die Erforschung des Einflusses der Werkstoffzusammensetzung, der Versuchsparameter und der Oberflächenstrukturierung des metallischen Gleitpartners auf die Ausbildung von Transferfilmen von Kunststoffverbundwerkstoffen.

ИФПМ СО РАН ISPMS SB RAS

Projektpartner / *Partner:*
Institute for Strength Physics and Material Science (ISPMS), Tomsk, Russia



Laserstrukturierter Gegenkörper aus Stahl (100Cr6)

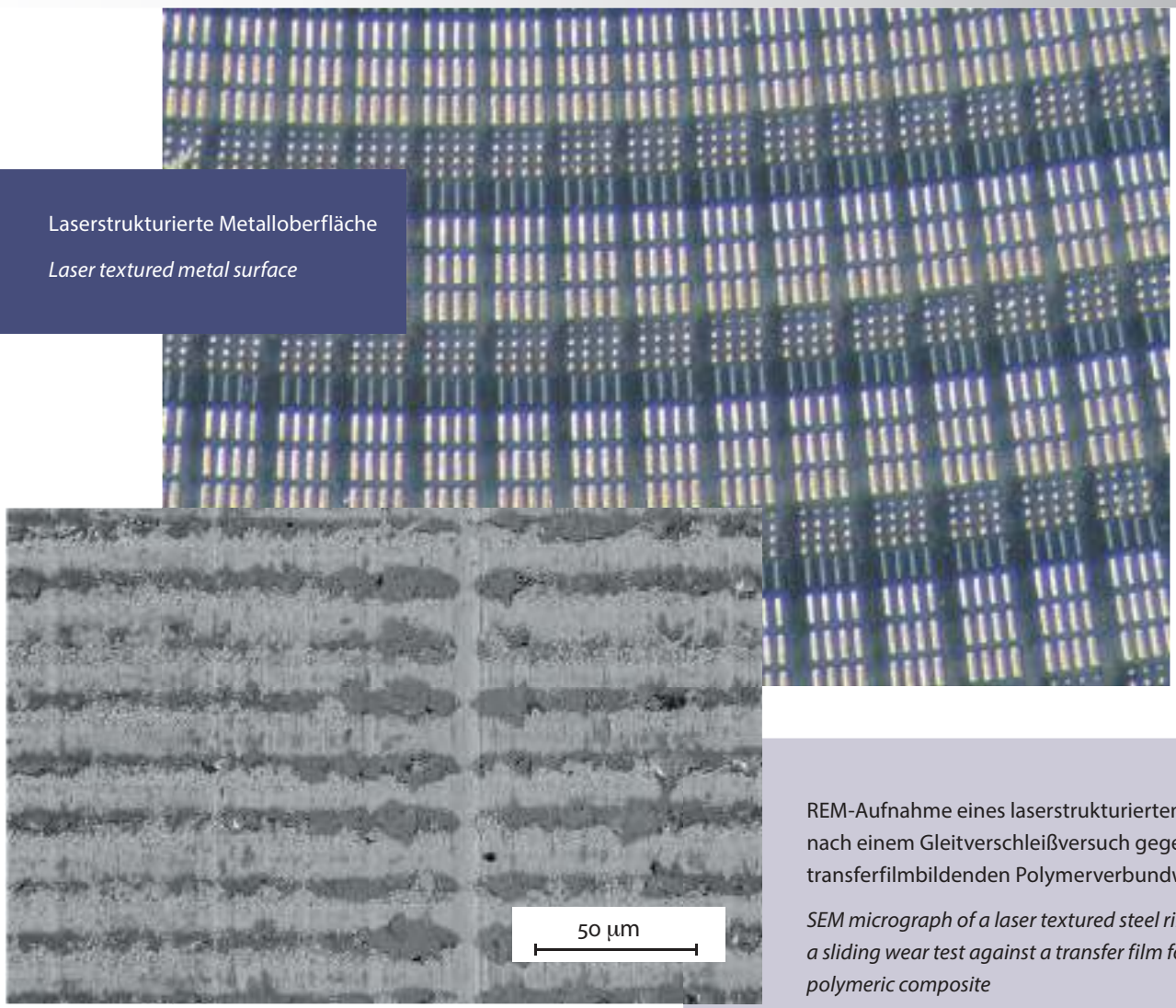
Laser textured counterpart made of steel (100Cr6)

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

Das Projekt „Einfluss von Transferfilm-Bildungsmechanismen auf Reibung und Verschleiß von Polymermatrix-Verbundwerkstoffen“ wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert (DFG Förderkennzeichen WE 5318/7-1).

Laserstrukturierte Metalloberfläche

Laser textured metal surface



REM-Aufnahme eines laserstrukturierten Stahlrings nach einem Gleitverschleißversuch gegen einen transferfilmbildenden Polymerverbundwerkstoff

SEM micrograph of a laser textured steel ring after a sliding wear test against a transfer film forming polymeric composite

The development of polymer composites with tailor-made tribological properties is a key research field at IVW. Several composites generate transfer films as third body in sliding contacts. These can positively influence friction and wear, but so far not much is known about their formation, structure, and functionality. If the formation mechanism would be known and understood, beneficial material formulations could be tailored to the needs. In order to better understand the fundamental mechanisms and influencing parameters on transfer film formation, friction and wear for the complete running time, IVW explores reference composites made from epoxy, short carbon fibers, and silica nanoparticles running at varying exterior influences, such as pressure, speed, and temperature. Additionally, the surface of steel sliding counterparts is micro-structured by laser to reveal its influence on transfer film formation. For this purpose a new and patent pending optical method, the luminance analysis, is employed. It allows the direct quantification of the coverage of metallic surfaces by transfer films including the corresponding changes in friction coefficient during the test. IVW plans to employ this fundamental know-how for developing future material formulations that allow the reproducible generation of friction and wear reducing transfer films during operation by controlling their structure in dependency of exterior parameters such as pressure, temperature, and speed.

The goal of the project is the exploration of the influence of material formulation, testing parameters, and surface micro-structure of the metallic sliding partner on the evolution of transfer films of polymer composites.

The project "Impact of Transfer Film Formation Mechanisms on Friction and Wear of Polymeric Compounds" is funded by the German Research Foundation (DFG funding reference WE 5318/7-1).

Umformsimulation von thermoplastischen Organoblechen


Dominic Schommer


Lukas Münch

dominic.schommer@ivw.uni-kl.de

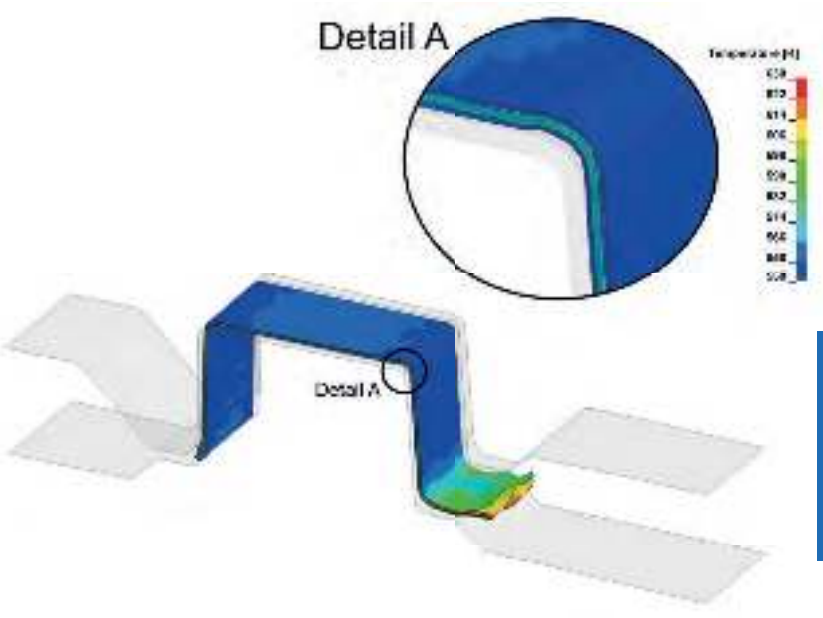
lukas.muench@ivw.uni-kl.de

Im Leichtbau der Automobil- und Luftfahrtindustrie werden häufig endlosfaserverstärkte thermoplastische Halbzeuge (sogenannte Organobleche) verwendet, die im Thermoformen in kurzen Zykluszeiten verarbeitet werden können. Endlosfaserverstärkte Preforms können auch individuell so aufgebaut werden, dass sich nach dem Umformprozess die optimale Faserorientierung ergibt, wodurch sich die benötigten strukturellen Eigenschaften einstellen lassen und Material gespart werden kann. Während des Umformprozesses kommt es durch Scherung der Verstärkungsstruktur im Organoblech zu einer lokalen Anpassung der Faserorientierung. Die resultierende Faserorientierung kann durch Positionierung des Blechzuschnittes und der Auswahl geeigneter Haltesysteme (z.B. Haltestifte oder Federsysteme) beeinflusst werden. Um einen kostenintensiven experimentellen Trial-and-Error Prozess zu vermeiden ist es sinnvoll, den Prozess des Thermoformens simulativ abzubilden. Aus simulationstechnischer Sicht ist es eine große Herausforderung die Umformung eines individuell aufgebauten Organobleches zu modellieren. Bestehende kontinuumsmechanische Modelle sind leider noch nicht in der Lage, die Umformung eines Organobleches akkurat darzustellen und sind auch nicht flexibel genug, um auf die individuellen Eigenschaften eines anwendungsorientierten Halbzeugs einzugehen. Daher wird in diesem Projekt die FEM Software LS-DYNA® verwendet, um das Organoblech mithilfe eines Baukastenprinzips aus Balken- und Schalenelementen darzustellen. Durch geeignete Wahl der Kontakt- und Randbedingungen sowie der Materialmodelle wird es möglich, die In-plane und Out-of-plane Eigenschaften des mehrlagigen Systems zu trennen und die individuellen Materialeigenschaften der Garne zu berücksichtigen. Das Ergebnis dieser Simulation sind Informationen über die resultierende Faserorientierung und –verteilung, die elastischen und plastischen Dehnungen der Garne und Temperaturverteilung sowie entstehende Defekte wie Faltenbildung, Delaminationen oder Aufreißen des Bleches.

brose
Excellence in Mechatronics

Projektpartner / *Partner:*
Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG, Bamberg

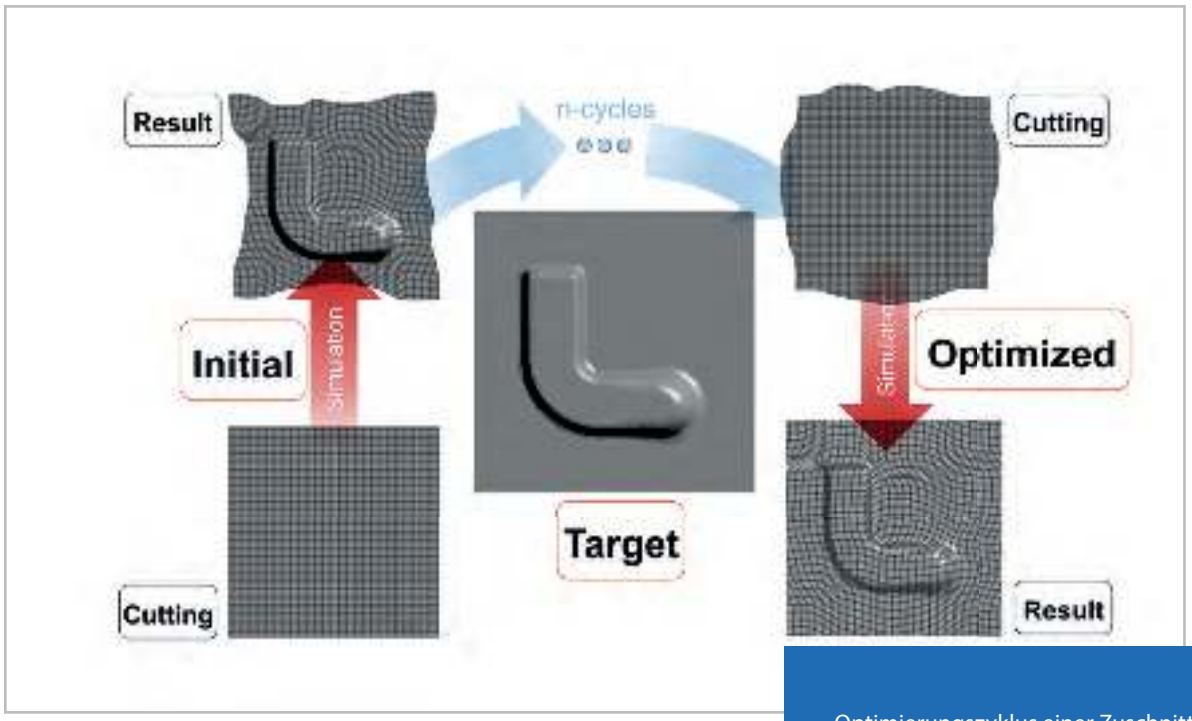
Ziel dieses Projektes ist es, das Umformverhalten von endlosfaserverstärkten Thermoplasten im Thermoformprozess vorherzusagen und Aussagen über resultierende Faserorientierung, Endkontur und Faltenbildung zu treffen.



Nichtisotherme Umformsimulation eines mehrlagigen Organobleches

Non-isothermal forming simulation of a multilayered organo sheet

Wir danken der Firma Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG für die finanzielle Unterstützung und die gute Zusammenarbeit während des Projektes.



Optimierungszyklus einer Zuschnittskontur am Beispiel eines J-Demonstrators

Optimization cycle of a cutting contour using the example of a J-demonstrator

For the construction of lightweight components in the automotive and aerospace industries, continuous fiber reinforced materials (or so-called organo sheets), which can be thermoformed in short cycle times, are becoming more frequently used. Continuous fiber preforms can also be individually constructed in such a way that the optimal fiber orientation results after the forming process, achieving the necessary structural properties while saving material. During the forming process, shearing of the reinforcement structure in the organo sheet results in a local adjustment of the fiber orientation. The resulting fiber orientation can be influenced by positioning the blank and selecting suitable retention systems (e.g. retention pins or spring systems). In order to avoid a costly experimental trial-and-error process, it makes sense to model the process of thermoforming via simulation. From a simulation point of view, it is a great challenge to model the shaping of a custom constructed organo sheet material. Existing continuum mechanical models are unfortunately not yet able to accurately represent the deformation of ordinary organo sheet materials, and not flexible enough to deal with the individual characteristics of an application-oriented semi-finished product. In this project, the FEM software LS-DYNA® is used to model organo sheets by means of a modular principle consisting of beam and shell elements. By suitably selecting the contact and boundary conditions, as well as the material models, it is possible to separate the in-plane and out-of-plane properties of the multilayer system and to consider the individual material properties of the yarns. The outcome of the simulation is information about the resulting fiber orientation and distribution, the elastic and plastic stretching of the yarns and temperature distribution, as well as any resulting defects such as wrinkling, delamination or tearing of the preform sheet.

The aim of this project is to predict the forming behavior of continuous fiber reinforced thermoplastics in the thermoforming process and to make statements about resulting fiber orientation, final contour, and wrinkling.

We would like to thank Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG for the financial support and the good cooperation during the project.

stefan.giehl@ivw.uni-kl.de

VERONIKA – Thermoplastische Sandwichstrukturen für Flugzeugkabinen



Stefan Giehl

Im Rahmen des LuFo V-2 Verbundvorhabens VERONIKA arbeitet das IVW im Auftrag der Diehl Aviation GmbH an der Erforschung und Entwicklung kontinuierlich glasfaserverstärkter Laminate auf thermoplastischer Basis sowie an der Entwicklung von thermoplastischen Sandwichstrukturen für den Einsatz im Flugzeuginnenbereich. Das Projekt umfasst unter anderem eine Prozessentwicklung zur Herstellung dreidimensionaler Sandwichstrukturen mit Wabenkern und sehr dünnen thermoplastischen Decklagen für den speziellen Einsatz als Luftfahrtkabinenbauteile. Neben den wissenschaftlichen Grundlagen zur Entwicklung sehr dünner Decklagen auf Basis angepasster Polymersysteme bildet die Konzeptentwicklung für deren prozesssichere Verarbeitung zu 3D-Bauteilen Arbeitsschwerpunkte. Eine große Herausforderung ist hierbei das gemeinsame Umformen der dünnen Decklage und des Wabenkerns, da es bei komplexeren Werkzeuggeometrien leicht zu Faltenbildung in der Decklage kommen kann. Darüber hinaus ist das IVW für die Bereitstellung von Probematerialien und Demonstratorbauteilen verantwortlich.

Durch die Umsetzung der Sandwichbauteile in thermoplastischer Faserverbundwerkstoffbauweise und der damit einhergehenden Änderungen in der Fertigungstechnologie wird eine Kostenreduktion der Serienbauteile von bis zu 20 % angestrebt.

DIEHL Aviation

Projektpartner / *Partner:*
Diehl Aviation GmbH



Querschnitt einer Sandwichplatte

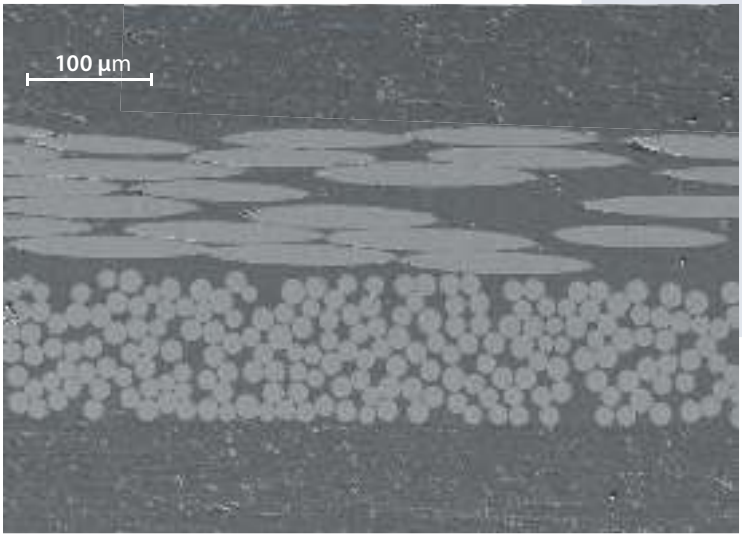
Cross section of a sandwich panel

Das Projekt „VERONIKA – Vernetzte und effiziente Entwicklungs- und Produktionsprozesse für Passagierkabinen“ wird im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms V-2 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20K1513A).

Sandwichsystem mit sehr dünner Decklage (0,12 mm)

Sandwich system with very thin top layer (0.12 mm)





Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag

Materialprobe einer der entwickelten thermoplastischen Decklagen

Material sample of one of the developed thermoplastic top layers

Within the framework of the LuFo V-2 joint project VERONIKA, IVW works on behalf of Diehl Aviation GmbH on the research and development of continuously glass fiber reinforced laminates on a thermoplastic basis and on the development of thermoplastic sandwich structures for use in aircraft interiors. Among other things, the project includes a process development for the production of three-dimensional sandwich structures with honeycomb cores and very thin thermoplastic top layers to use especially as aircraft cabin components. In addition to the scientific basis for the development of very thin top layers on the basis of adapted polymer systems, the concept development for their reliable processing into 3D components is the focus of our work. A major challenge is the joint forming of the thin top layer and the honeycomb core, as wrinkling in the top layer can easily occur with more complex tool geometries. In addition, IVW is responsible for the provision of sample materials and demonstrator components.

The implementation of the sandwich components in thermoplastic fiber composite design and the associated changes in production technology are aimed at reducing the costs of series components by up to 20%.

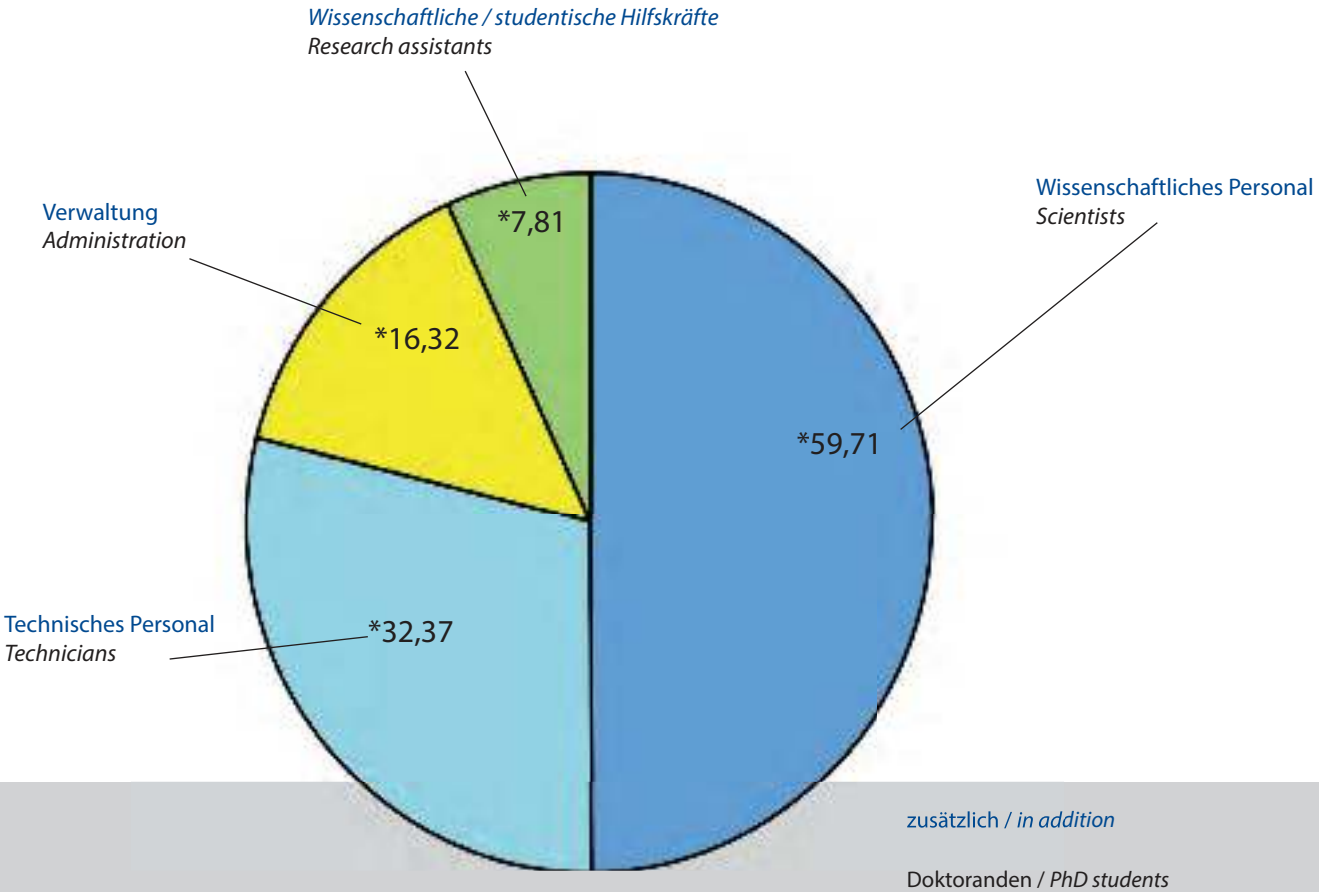
The project "VERONIKA – Connected and Efficient Development and Production Processes for Passenger Cabins" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy within the scope of the aeronautical research program V-2 on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 20K1513A).

PERSONAL



Im Jahr 2018 waren durchschnittlich 113 engagierte und kreative Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Garant für hervorragende wissenschaftliche Arbeit und – daraus resultierend – wertvolle Forschungsergebnisse. Unterstützung erhielten sie hierbei von 42 studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräften. Gastwissenschaftler, Doktoranden, Praktikanten und Praktikantinnen sowie Studenten und Studentinnen leisteten im Rahmen von Studien-, Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten zudem einen wesentlichen Beitrag zu den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.
Insgesamt waren rund 300 Personen aus 18 Nationen am IVW tätig. Der Anteil von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus dem Ausland lag bei rund 10 %. Der Frauenanteil bei den Beschäftigten betrug im Jahresmittel rund 23 %, im wissenschaftlichen Bereich lag er bei 13 %.
2018 konnten ein Mitarbeiter des Instituts sowie ein externer Doktorand erfolgreich ihre Promotion abschließen.

Hierzu gratulieren wir herzlich!



*Anzahl in Vollzeitäquivalenten
Number of full-time equivalents

zusätzlich / *in addition*

Doktoranden / *PhD students*	3
Gastwissenschaftler / *Guest scientists*	4
Studien- / Diplom- / Bachelor- und Masterarbeiten / *Students (theses)*	108
Stipendiaten / Praktikanten / *Trainees*	13

In 2018, an average of 113 committed and creative employees guaranteed outstanding scientific work and - as a result - valuable research results. 42 student and scientific assistants supported their work. Guest scientists, PhD students, interns, and students contributed significantly with their studies, diploma, bachelor, and master theses to the research and development work. About 300 people from 18 nations worked at IVW, of which about 10% were scientists from abroad. The annual average proportion of employed women was approx. 23%, the female share in the scientific field was 13%.
One employee of the institute and one external doctoral student successfully completed their doctorate in 2018.

Congratulations!





Doktoranden 2018

PhD students 2018





STAMMPERSONAL



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



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



Dipl.-Wirtsch.-Ing. **Uwe Schmidt**
Direktor Finanzen
Director of Finance
Kaufmännische & Technische Dienste
Commercial & Technical Services
uwe.schmidt@ivw.uni-kl.de

Aufsichtsrat / Supervisory Board

Dr. Achim Weber
(Vorsitzender)
Ministerium für Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur, Mainz

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

Susanne Hemer
Ministerium für Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur, Mainz

Alexander Wieland
Ministerium der Finanzen, Mainz

Prof. Dr. Arnd Poetzsch-Heffter
(ab 04.09.2018)
Vizepräsident für Forschung und Technologie
Technische Universität Kaiserslautern

Univ.-Prof. Dr. rer. nat. H. J. Schmidt
(bis 03.09.2018)
Präsident
Technische Universität Kaiserslautern

Beirat / Advisory Board

Dr. Guiscard Glück
(Vorsitzender)
BASF SE

Dr. Petra Krammer
(bis 12.06.2018)
(stellvertretende Vorsitzende)
Adam Opel AG

Prof. Dr. Monika Bauer
Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Dr.-Ing. Martin Hillebrecht
EDAG Engineering AG

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

Dipl.-Ing. Andreas Stöckle
Airbus Helicopters

Dipl.-Ing. Holger Wilmes
AIRBUS Operations GmbH

Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters
Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM



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



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



Christa Hellwig
Rechnungswesen
Accounting
christa.hellwig@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**
Einkauf
Purchasing
joerg.blaurock@ivw.uni-kl.de



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



M.Sc. **Patricia Schweitzer**
EXIST Forschungstransfer
EXIST Transfer of Research
patricia.schweitzer@ivw.uni-kl.de



Daniel Vogelsanger
EXIST Forschungstransfer
EXIST Transfer of Research
daniel.vogelsanger@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. **Robert Lahr**
Leiter Technologie Transfer
Manager Technology Transfer
robert.lahr@ivw.uni-kl.de



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



Dipl. Sporting. **Matthias Bendler**
Technologietransfer
Technology Transfer
matthias.bendler@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. **Birgit Bittmann-Hennes**
Technologietransfer
Technology Transfer
birgit.bittmann@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Betriebsw. (FH) **Nora Feiden**
Technologietransfer
Technology Transfer
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



Roman Schüler
Elektrische Werkstatt
Electrical Shop
roman.schueler@ivw.uni-kl.de



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



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



Karin Panter
Sekretärin
Secretary
karin.panter@ivw.uni-kl.de



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



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



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



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



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



Andrea Hauck
Sekretärin
Secretary
andrea.hauck@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



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 Analytics
pia.eichert@ivw.uni-kl.de



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



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



Stefan Gabriel
Crash & Energy Absorption
stefan.gabriel@ivw.uni-kl.de



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



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



Werner Gölzer
Design of Composite Structures
werner.goelzer@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



Michael Nast
Press & Joining Technologies
michael.nast@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
Material Analytics
ralf.schimmele@ivw.uni-kl.de



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



Dipl.-Ing. (FH)
Uwe Schmitt
Impregnation & Preform Tech.
uwe.schmitt@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. (FH)
Ralph Schneider
Component Development
ralph.schneider@ivw.uni-kl.de



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



Roman Schüler
Impregnation & Preform Tech.
roman.schueler@ivw.uni-kl.de



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



Dipl.-Ing. (FH)
Petra Volk
Material Analytics
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

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 Analytics
barbara.guettler@ivw.uni-kl.de



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



Dr.-Ing. 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
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
Crash & Energy Absorption
sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de



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

A



Dr. Emmanuel Isaac Akpan
Tribology
emmanuel.akpan@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Martje Armbrecht
Material Analytics
martje.armbrecht@ivw.uni-kl.de

B



Dipl.-Ing. Ulrich Blass
Design of Composite Structures
ulrich.blass@ivw.uni-kl.de



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



Dipl.-Ing. Yves Becker
Design of Composite Structures
yves.becker@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Andreas Baumann
Design of Composite Structures
andreas.baumann@ivw.uni-kl.de

D



Dipl.-Ing. Matthias Domm
Roving & Tape Processing
matthias.domm@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Tobias Donhauser
Crash & Energy Absorption
tobias.donhauser@ivw.uni-kl.de

G



M.Sc. Dipl.-Ing. Christian Goergen
Press & Joining Technologies
christian.goergen@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Florian Gortner
Press & Joining Technologies
florian.gortner@ivw.uni-kl.de



Dr. Sergiy Grishchuk
Tailored Thermosets & Biomaterials
sergiy.grishchuk@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



Dipl.-Ing. Nicolà Hammann
EXIST Forschungstransfer
nicola.hammann@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Torsten Heydt
Design of Composite Structures
torsten.heydt@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Moritz Hübler
EXIST Forschungstransfer
moritz.huebler@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Alexander Huf
Crash & Energy Absorption
alexander.huf@ivw.uni-kl.de

J



Dipl.-Wirtsch.-Ing. Bai-Cheng Jim
Tribology
baicheng.jim@ivw.uni-kl.de

K



Dipl.-Ing. Benjamin Kelkel
Tailored & Smart Composites
benjamin.kelkel@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Max Kaiser
Tailored & Smart Composites
max.kaiser@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Andreas Kenf
Crash & Energy Absorption
andreas.kenf@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Andreas Klingler
Tailored Thermosets & Biomaterials
andreas.klingler@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Andreas Krämer
Press & Joining Technologies
andreas.kraemer@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Chem. Mark Kopietz
Tailored Thermosets & Biomaterials
mark.kopietz@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Tim Krooß
Tailored & Smart Composites
tim.krooss@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Janna Krummenacker
Fatigue & Life Time Prediction
janna.krummenacker@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Florian Kühn
Impregnation & Preform Technologies
florian.kuehn@ivw.uni-kl.de

M



M.Sc. Konstantin Mehl
Crash & Energy Absorption
konstantin.mehl@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Florian Mischo
Crash & Energy Absorption
florian.mischo@ivw.uni-kl.de



M.Sc.Lukas Münch
Process Simulation
lukas.muench@ivw.uni-kl.de

P



M.Sc. Vitalij Popow
Tailored & Smart Composites
vitalij.popow@ivw.uni-kl.de

R



M.Sc. Jan Rehra
Crash & Energy Absorption
jan.rehra@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Thomas Rief
Design of Composite Structures
thomas.rief@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Ing. Oliver Rimmel
Impregnation & Preform Technologies
oliver.rimmel@ivw.uni-kl.de

S



Dr.-Ing. David Scheliga
Crash & Energy Absorption
david.scheliga@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Florian Schimmer
Design of Composite Structures
florian.schimmer@ivw.uni-kl.de



M.Eng. Stefan Schmidt
Crash & Energy Absorption
stefan.schmidt@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Tim Schmidt
Impregnation & Preform Technologies
tim.schmidt@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Dominic Schommer
Process Simulation
dominic.schommer@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Jan Eric Semar
Impregnation & Preform Technologies
janeric.semar@ivw.uni-kl.de

V



Dipl.-Ing. Julia Vogtmann
Tailored & Smart Composites
julia.vogtmann@ivw.uni-kl.de

W



M.Sc. Julian Weber
Roving & Tape Processing
julian.weber@ivw.uni-kl.de

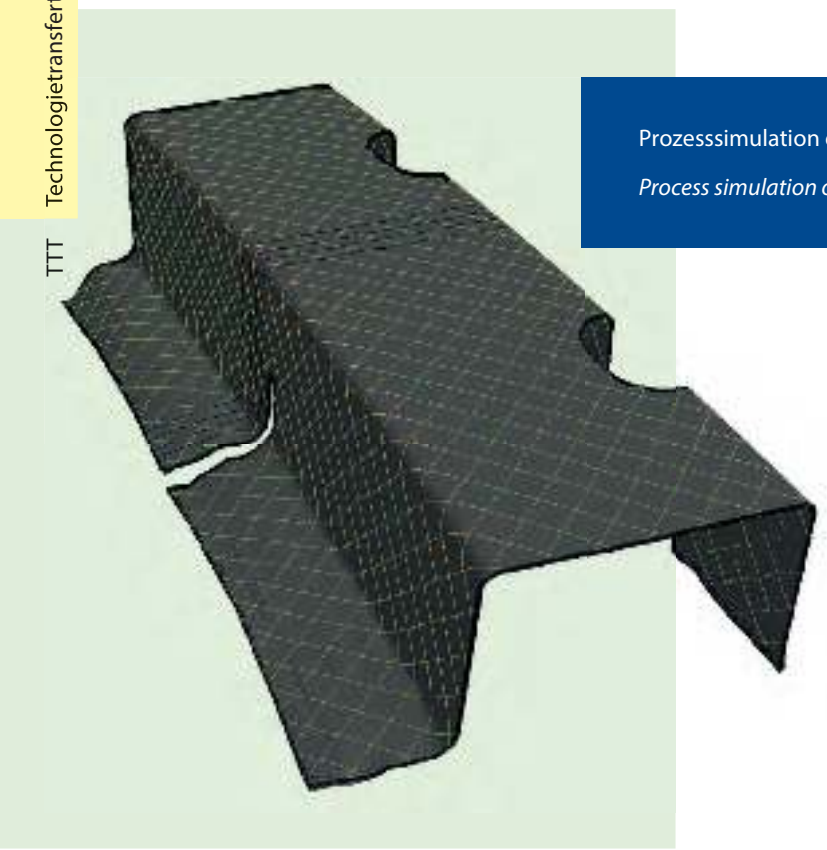


Dipl.-Ing. Stefan Weidmann
Press & Joining Technologies
stefan.weidmann@ivw.uni-kl.de



M.Sc. Björn Willenbacher
Impregnation & Preform Technologies
bjoern.willenbacher@ivw.uni-kl.de

Technologietransferteam



Prozesssimulation eines Hutprofils

Process simulation of a hat profile

Im Fokus der Arbeiten des Technologietransferteams steht der gezielte Technologie- und Wissenstransfer aus dem Institut für Verbundwerkstoffe in die Industrie. Die Tätigkeiten des Transferteams reichen dabei von der Beantragung und Bearbeitung von Forschungsprojekten zum Grundlagenverständnis neuer Bauweisen, Materialien und Prozesse bis hin zur Entwicklung ganz neuer industrieller Anwendungen in direkter Zusammenarbeit mit den Kunden. Neu gewonnene Erkenntnisse fließen so auf direktem Wege vom IVW zum Industriekunden „vor Ort". Außerdem werden Vorschläge und Ideen für neue, öffentlich geförderte Vorhaben mit Fokus auf die Anforderungen der Industrie von morgen erarbeitet. Hierbei stehen den Industriepartnern zur Beantragung von öffentlichen Fördermitteln Mitarbeiter mit langjähriger Fachkompetenz auf dem Gebiet der nationalen sowie internationalen öffentlichen Forschungsförderung beratend zur Seite. Das Institut ist seit mehreren Jahren als EU Projektkoordinator (Horizon 2020) aktiv. Abgerundet wird das Leistungsspektrum durch die Möglichkeit der industriellen Kooperation innerhalb unserer Kundennetzwerke.



Sprechen Sie uns an !



Dr.-Ing. Robert Lahr
Manager

Kontakt / *Contact*:
robert.lahr@ivw.uni-kl.de
✆ +49 (0) 631 2017 448



Regina Köhne
Technologietransfer
Sekretariat

Kontakt / *Contact*:
regina.koehne@ivw.uni-kl.de
✆ +49 (0) 631 2017 429

Technology Transfer Team



Informationsveranstaltung:
Verbundwerkstoffe in der Praxis

Information event:
Applications of composite materials

The technology transfer team focuses on the specific transfer of technology and knowledge from the Institute for Composite Materials to the industry. Activities of the transfer team cover both applying for and processing of research projects for the fundamental understanding of new designs, materials and processes, as well as the development of new industrial applications in direct cooperation with the customer. Insights are directly transferred from IVW to the customer. In addition, proposals and ideas for new, publicly funded projects with focus on tomorrow's industrial demands are generated.

Experienced employees assist and advise the industrial partners when applying for national and international public research funding programs. The institute has been active for several years as EU project coordinator (Horizon 2020). The range of services is completed by the possibility of industrial networking within our customer networks.

Call us !



Dipl.-Betriebswirtin (FH) Nora Feiden
Technologietransfer
internationale Förderprogramme

Kontakt / *Contact*:
nora.feiden@ivw.uni-kl.de
✆ +49 (0) 631 2017 249



Dr.-Ing. Birgit Bittmann-Hennes
Technologietransfer
internationale Förderprogramme

Kontakt / *Contact*:
birgit.bittmann@ivw.uni-kl.de
✆ +49 (0) 631 2017 427



Dipl.-Sporting. Matthias Bendler
Technologietransfer
nationale Förderprogramme

Kontakt / *Contact*:
matthias.bendler@ivw.uni-kl.de
✆ +49 (0) 631 2017 339

Regionalabteilung CC West des Carbon Composites e.V.

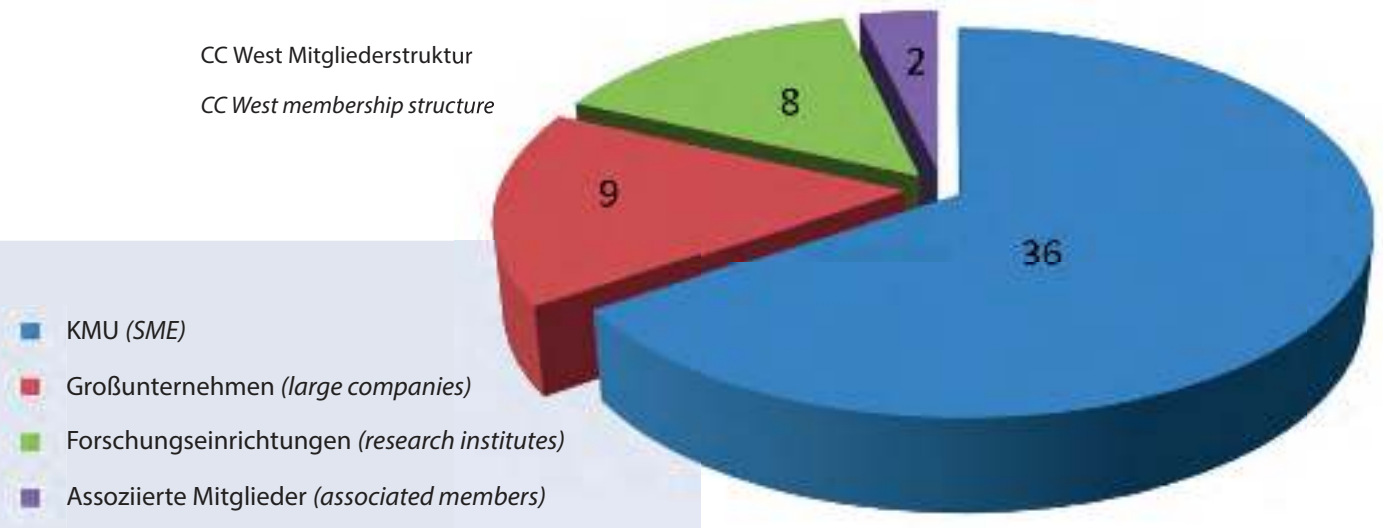
Im CC West (der Regionalabteilung des Carbon Composite e.V.) arbeiten mittlerweile fast 60 Unternehmen, Bildungs- und Forschungseinrichtungen sowie unterstützende Organisationen aus den Bundesländern Rheinland-Pfalz, Hessen, Saarland, Bremen, Hamburg, Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen zusammen. Das IVW stellt die Regionale Geschäftsstelle unter Leitung der Abteilungsgeschäftsführerin Dr.-Ing. Nicole Motsch.
In 2018 hat der CC West zahlreiche Veranstaltungen durchgeführt und unterstützt, unter anderem

- das 23. nationale SAMPE Symposium am IVW in Kaiserslautern
- den „Strategiekreis Nachhaltigkeit" in Augsburg mit den Schwerpunkten CF-Recycling-Prozesse und Einsatz von recycelten Carbonfasern (rCF)
- das „Seminar Thermoplaste" am IVW in Kaiserslautern
- die gemeinsame Sitzung der CCeV Arbeitsgruppen „Thermoplastische Composites" und „Multi-Material-Design" in Dresden
- den Thementag „Funktionsintegration in der Praxis" der CCeV-Arbeitsgruppen „Multi-Material-Design" und „Smart Structures" in Fulda
- die AG-Sitzung „Biocomposites" am IVW in Kaiserslautern
- die gemeinsame Veranstaltung des „Strategiekreises Nachhaltigkeit" zusammen mit den AGs „rCF-Anwendungen" und „Multi-Material-Design" in Augsburg mit dem Workshop „Recycling von Hybriden Werkstoffen"
- die Abteilungsversammlung CC West zu Gast bei John Deere in Mannheim.

Darüber hinaus koordiniert der CC West das im Rahmen des KMU-NetC Programmes vom BMBF geförderte Projekt „rCF-Mobil – Recycelte Hochleistungscomposite für Mobilitäts- und Transportanwendungen". Das langfristige Ziel des Projektes ist es, die abfallfreie Produktion von FKV-Bauteilen durch einen geschlossenen Recycling-Kreislauf zu ermöglichen.

CC West Mitgliederstruktur

CC West membership structure



Carbon Composites e.V. (CCeV) ist ein Verbund von Unternehmen und Forschungseinrichtungen, der die gesamte Wertschöpfungskette der Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffe abdeckt und Forschung und Wirtschaft in Deutschland, Österreich und der Schweiz vernetzt.



AG-Meeting mit Projektvorstellung

Working group meeting with project presentation

CC WEST

Almost 60 companies, education and research institutions and supporting organizations from the federal states of Rhineland-Palatinate, Hesse, Saarland, Bremen, Hamburg, Schleswig-Holstein, Lower Saxony and North Rhine-Westphalia are cooperating in CC West (the regional department of Carbon Composite e.V.). The Institute for Composite Materials is the regional office headed by department manager Dr.-Ing. Nicole Motsch.

In 2018 the CC West has organized and supported numerous events such as:

- *23rd national SAMPE symposium at IVW Kaiserslautern*
- *"Strategy Circle for Sustainability" in Augsburg with a focus on CF-recycling processes and the use of recycled carbon fibers (rCF)*
- *"Thermoplastics Seminar" at IVW Kaiserslautern*
- *Combined meeting of the CCeV working groups "Thermoplastic Composites" and "Multi-Material-Design" in Dresden*
- *"Function Integration in Practice" theme day of CCeV working groups "Multi-Material-Design" and "Smart Structures" in Fulda*
- *Working group meeting "Biocomposites" at IVW Kaiserslautern*
- *Joint event of the "Strategy Circle for Sustainability" with the working groups "rCF Applications" and "Multi-Material Design" in Augsburg with a workshop "Recycling of Hybrid Materials"*
- *CC West meeting of members hosted by John Deere in Mannheim*

Furthermore, CC West coordinates the BMBF-funded project "rCF-Mobil – Recycled High Performance Composites for Mobility and Transport Applications" as part of the SME-NetC program. The long-term goal of the project is to enable the waste-free production of FRP components by means of a closed recycling cycle.

CARBON COMPOSITES

Carbon Composites e.V. (CCeV) is an association of companies and research institutions covering the entire value-added chain of high-performance fiber reinforced composites and linking science and economy in Germany, Austria, and Switzerland.

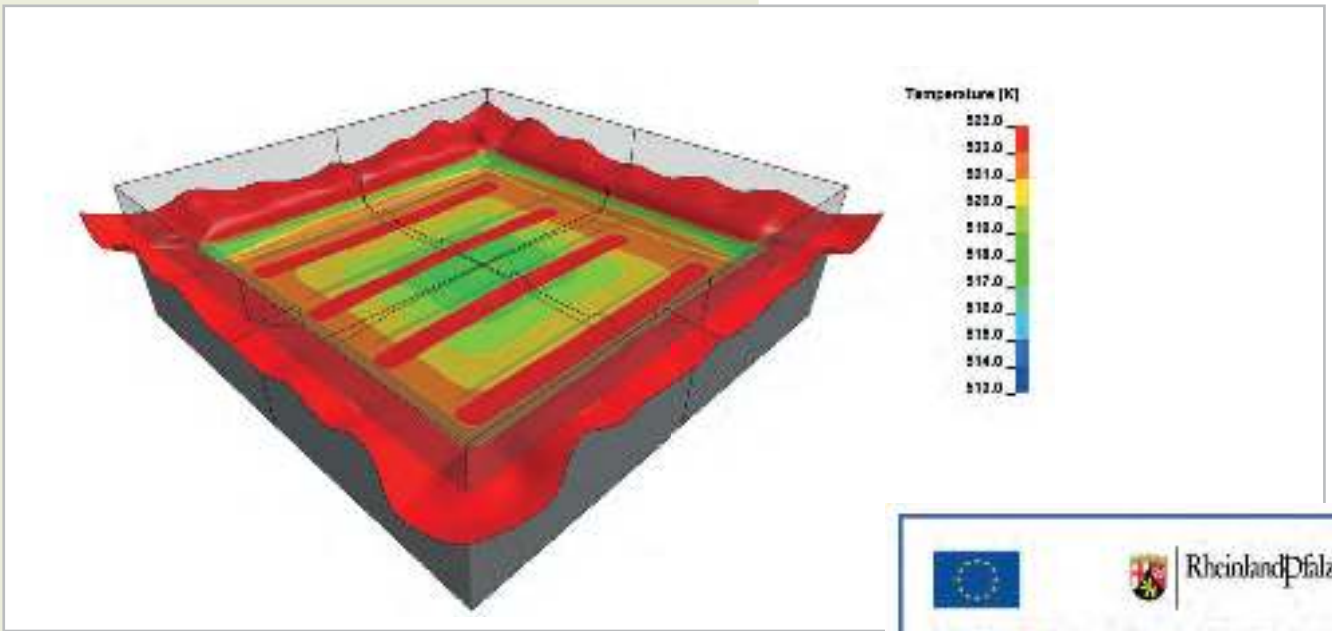
Innovationszentrum Thermoplaste

Das 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 Composite von überregionaler Bedeutung weiterentwickelt. Das jahrelang aufgebaute Expertenwissen fließt in neue Entwicklungen entlang der gesamten Prozesskette ein. Die Landesregierung von Rheinland-Pfalz hat 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. Die wissenschaftliche Bearbeitung einer Vielzahl von öffentlichen und bilateralen Projekten mit dem Fokus „Thermoplastische FKV" bietet auch die Grundlage für den weiteren Kompetenzausbau. So konzentriert sich das erste durch die IVW GmbH initiierte und koordinierte Horizont 2020 EU-Projekt „FlexHyJoin" auf die Verbindungstechnik von thermoplastischen Metall-Kunststoff-Hybrid-Komponenten.

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 CCeV. 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 Mitarbeiter des IVW auch regelmäßig Weiterbildungen im Bereich der Thermoplastischen FKV in Augsburg und Stade durch.

Temperaturabhängige Umformsimulation am Beispiel einer Kofferhalbschale aus thermoplastischen FKV

Non-isothermal forming simulation using the example of a suitcase half-shell made of thermoplastic composite



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.

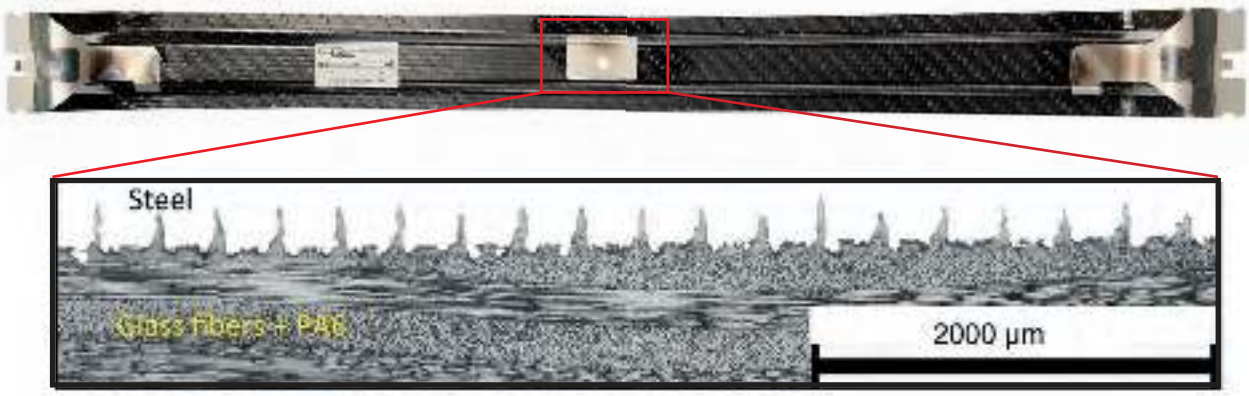
Fiat Panda Karosseriegerippe
mit integrierter Dachversteifung

Fiat Panda body-in-white with integrated roof stiffener



Hybride Metall-Kunststoff-Dachversteifung

Hybrid metal-polymer roof stiffener



Schliffbild der Fügezone – Formschluss zwischen laser-strukturiertem Metall und TP-FKV

Microsection of the joint – Form fit between laser-textured metal and TP-FRPC

Since its foundation, the Institute for Composite Materials has placed a particular focus on the field of thermoplastic fiber reinforced composites. In the past years this orientation has consequently been intensified and further developed for thermoplastic composites of more than regional significance. The expertise gained in more than two decades of research is incorporated in new developments along the entire process chain of thermoplastic FRP. The state government of Rhineland-Palatinate has awarded a grant to IVW for a new EFRE project titled "TTC – Technology Center for Thermoplastic Composites. From semi-finished product to molded part – highly efficient". This capacity building project for the technology hub of Kaiserslautern, will give the institute an opportunity of procuring innovative research infrastructure, which will enable its scientists – together with the Science Alliance – to conduct research for the composites of the future at the highest level in the years to come. Processing a large number of public and bilateral projects with the focus on "Thermoplastic FRP" provides the basis for further expansion of our expertise. Consequently, the first IVW initiated and coordinated Horizon 2020 EU project "FlexHyJoin" concentrates on the joining technology of thermoplastic metal-plastic hybrid components.

Besides processing research projects in this field, IVW also takes a leading role in work groups and networks, such as the work group for the characterization of UD tapes and organo sheets of AVK or the work group "Thermoplastics" of CCeV. Together with our spin-offs we are also working in the area of tape processing. With our leading researchers regularly conducting seminars in the field of thermoplastic FRP in Augsburg and Stade, the competencies of our institute are also involved in teaching nationwide.

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, BMWi, 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, BMWi, 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 ; BAM ; BASF SE ; Bayer ; Bayer MaterialScience ; Bergische Universität Wuppertal ; BMW AG ; Brandenburger Isoliertechnik GmbH & Co. KG ; Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG ; Canyon Bicycles GmbH ; CirComp GmbH ; Daimler AG ; DLR ; Dynamit Nobel Defence GmbH ; EDAG GmbH & Co. KGaA ; FAG Aerospace GmbH & Co. KG ; 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 ; Krauss Maffei GmbH ; KS Gleitlager GmbH ; MCD Technologies S.à.r.l. ; Mewatec ; MJR PharmJet GmbH ; MT Aerospace AG ; OECHSLER AG ; Parat ; Parker Hannifin GmbH & Co. KG ; Parsolve GmbH ; Plastics Engineering Group GmbH ; PremiumAEROTEC GmbH ; Rhein Composite GmbH ; RocTool S.A. ; Röchling Automotive ; Rücker AG ; SchäferRolls GmbH & Co. KG ; SchaefflerTechnologies AG & Co. KG ; Schiebel Elektronische Geräte GmbH ; SKF GmbH ; Snecma ; Solvay Advanced Polymers L.L.C. ; 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 ;

Industrial Partners (Excerpt)

















































































MITGLIEDSCHAFTEN

in Vereinen und Verbänden

Die IVW GmbH 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 Carbon Composites e.V., dem führenden Verbund von Unternehmen und Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Komposite, führt das Institut die Regionalabteilung CC West.

IVW is playing an active role in regional, national and international networks, industrial organizations, and scientific associations. Targets are the improvement of technology transfer in all areas of important future composite technologies, ensuring training and education to the highest standards, and an optimal networking with industrial and scientific partners.

For the Carbon Composites e.V., the leading society of composite manufacturers, suppliers, OEM's, and research institutions, IVW runs the regional department.

in Associations and Federations

AVK Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V., www.avk-tv.de
CCeV Carbon Composites e.V., www.carbon-composites.eu
CC WEST Regionalabteilung des Carbon Composites e.V., www.cc-west.eu
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.smc-alliance.com
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
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
VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., www.vdi.de
Zukunftsregion Westpfalz e.V., www.zukunftsregion-westpfalz.de

INTELLIGHT – Intelligent Lightweight Solutions



INTELLIGHT
intelligent lightweight solutions

www.intellight.de

INTELLIGHT steht für einzigartige Kompetenz und nahezu 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 almost 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.



Dr.-Ing. Markus Steffens
Inhaber & Geschäftsführer
Owner & CEO

KONTAKT / *CONTACT*
INTELLIGHT -
Intelligent Lightweight Solutions
Am Potzbacher Pfad 7
67722 Winnweiler

A+ Composites GmbH

Die A+ Composites GmbH wurde am 09. Juni 2015 im Rahmen des EXIST- Forschungstransfer-Programmes des BMWi gegründet. In den drei Jahren seit der Gründung ist das Unternehmen inzwischen auf 16 Mitarbeitende angewachsen. Dies beruht auf der Entwicklung eines neuen vielversprechenden Verfahrens zur Verarbeitung endlosfaserverstärkter Kunststoffe. A+ Composites entwickelt seine faserverstärkten Tapes kontinuierlich weiter. Im Bereich der Medizintechnik hat das Team von A+ Composites viele Neuerungen auf den Weg gebracht. Beispielsweise wurde eine neue Generation von Korsetten entwickelt. Der Prototyp wurde im Mai 2018 auf der Orthopädie-Fachmesse „OT World" in Leipzig präsentiert, wo das Korsett großen Anklang fand. Auch sehr interessant für das Fachpublikum war die Vorstellung von Klebetapes für den 3D-Druck. Mit ihnen ist es einfach, 3D-Strukturen gezielt zu verstärken. Darüber hinaus bietet das Verfahren von A+ Composites neue Möglichkeiten für die Logistikbranche. Lagerboxen lassen sich mit der Technik gezielt verstärken, sodass die Kisten deutlich belastbarer sind und ein Vielfaches mehr an Gewicht aushalten können als gängige Transportboxen. Auch in Spritzgussteilen werden die endlosfaserverstärkten Kunststoffe als Einleger verwendet, um den Spritzgussteilen je nach Kundenbedarf die mechanischen Eigenschaften zu geben, die benötigt werden.

A composites
leicht stabil effizient



A+ Composites GmbH was founded on June 9th, 2015, as part of the EXIST-Forschungstransfer program supported by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. Over the past three years, the company has expanded its team to 16 employees. This is based on the development of a new and promising manufacturing process for continuous fiber reinforced plastics. A+ Composites is continuously developing its fiber reinforced tapes. In the field of medical technology, the team at A+ Composites has introduced many innovations, for example, the development of an improved generation of corsets. The prototype was exhibited at the orthopedics trade fair in Leipzig "OT World" in May 2018. The professional audience was also very interested in the presentation of adhesive tapes made for 3D printing. These tapes reinforce 3D structures in essential areas. In addition, the new A+ Composites' processes offer new opportunities for the logistics industry. Storage boxes can be specifically reinforced with this technology, making them considerably more reliable when bearing heavy weight. The continuous fiber reinforced plastics are also applied in injection-molded parts, giving them the mechanical properties needed, according to customer requirements.

www.aplus-composites.de



Dr.-Ing. Markus Brzeski
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
A+ Composites GmbH
Rudolf-Diesel-Straße 7
66919 Weselberg

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

Industrie / Marine

Industry / Marine





CirComp
Competence in Composites



Dr. Ralph Funck
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
CirComp GmbH
Marie-Curie-Straße 11
67661 Kaiserslautern

www.circomp.de

CirComp GmbH ist Spezialist auf dem Gebiet der Fertigung von Komponenten aus Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen in Faser-Wickeltechnik. In Kombination mit den ausgereiften Produktionsprozessen zur Herstellung von Komponenten aus Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen in Faser-Wickeltechnik erschließt die CirComp GmbH immer neue Anwendungen. Das Unternehmen steht an vorderster Stelle, wenn leichte, rohrförmige und kosteneffiziente Komponenten verlangt werden.

CirComp GmbH is specialized in the manufacturing of components from composite materials in filament winding technology. 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 lightweight, tubular and cost-efficient components.



Luft- und Raumfahrt

Aerospace



ProfileComp GmbH



Profile Comp
Competence in Composites

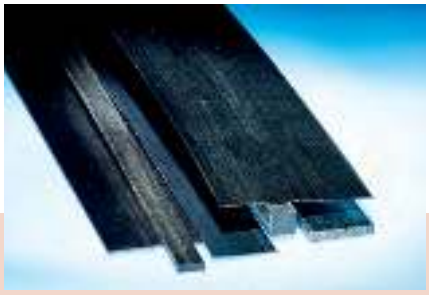
www.profilecomp.de

ProfileComp GmbH entwickelt und fertigt kontinuierlich faserverstärkte thermoplastische Profile und Tapes sowie Anlagen zu deren Herstellung. Derartige Halbzeuge eignen sich für die kosteneffiziente Herstellung von Bauteilen in Faserverbund-Bauweise. Der Schlüssel liegt dabei im Einsatz der Halbzeuge in Verbindung mit kosteneffizienten Herstellverfahren mit kurzen Zykluszeiten, wie z.B. Spritzguss, Pressen und Extrusion.

VERTRIEB / SALES
vertrieb@profilecomp.de

ProfileComp GmbH develops and manufactures continuous fiber reinforced thermoplastic profiles and tapes as well as production lines for their manufacturing. Such semi-finished products are suitable for cost-efficient production of composite components. The key is to use the semi-finished products in combination with cost-efficient production methods with short cycle times like injection molding, pressforming, and extrusion.







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 entsteht 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.

Anfang 2015 wurde die Entwicklung einer Anlage zum Hochgeschwindigkeits-Tapelegen (HST) abgeschlossen. Sie wird derzeit mit unterschiedlichen Materialien getestet und erste Versuchsergebnisse sind vielversprechend.



For more than 40 years, Automation und Steeg Hoffmeyer GmbH has provided solutions in special engineering. A core task of the foundation in 1972 was to find efficient and automated technology solutions. Since then 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 are establishing 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.

In early 2015, the development of a system for high-speed tape-laying (HST) has been completed. The system is currently being tested with different materials and first trial results are promising.

www.automation-gmbh.com

Dr.-Ing. Markus Steeg
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
Automation Steeg und
Hoffmeyer GmbH
Mainzer Landstraße 155
55257 Budenheim









Technical Aspects in Sailing GmbH



Simulation des Auftriebs und Visualisierung

Simulation and visualization of the buoyancy

Segeln verbindet in natürlicher Umgebung physikalische Wirkprinzipien in einer besonders schönen Art und Weise. Auf der einen Seite kann Segeln als Lebensphilosophie verstanden werden, auf der anderen Seite als Plattform für die Anwendung von Hochtechnologien im Segelsport. Die Technical Aspects in Sailing GmbH stellt sich der Aufgabe, den Stand der Technik im Segelsport mit innovativen Produkten und Dienstleistungen neu zu definieren. Derzeit entwickeln wir unsere Kernkompetenzen in den Geschäftsfeldern: Funktionen (z.B. Messtechnologie, Sensorik), Werkstoffe (z.B. Herstellung adaptiver Strukturen) und Hydrodynamik (Fluidsimulation / CFD).

Sailing combines physical principles in a natural environment in a particularly beautiful way. On the one hand sailing can be seen as a life philosophy, on the other as a platform for the application of high technologies in the sport of sailing. The Technical Aspects in Sailing GmbH has the objective to redefine the state of the art with innovative products for the sailing sport sectors and related services. We are just developing core competencies in the areas of: functions (e.g. measurement technology, sensor technology), materials (e.g. manufacturing of adaptive structures), and hydrodynamics (fluid simulation/CFD).

www.tais-gmbh.com



Dr.-Ing. Markus Steeg
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
Technical Aspects in Sailing GmbH
Mainzer Landstraße 155
55257 Budenheim

AUSGRÜNDUNGEN

Easicomp GmbH

success made „easi“!





www.easicomp.de

Die Easicomp GmbH wurde 2011 gegründet und ist primär Dienstleister im Bereich LFT (langfaserverstärkte Thermoplaste). Die Dienstleistungspalette der Easicomp GmbH beinhaltet unter anderem Beratung, Entwicklung, Produktion und Vertrieb von Faserverbund-Werkstoffen. Das Team der Easicomp GmbH besteht aus qualifizierten und erfahrenen Experten im Bereich LFT, welche bereits vor Gründung der Easicomp GmbH viele Jahre erfolgreich zusammengearbeitet haben. Die Easicomp GmbH bietet ihren Kunden somit „das ganze Paket“ rund um das Thema Faserverbund-Werkstoffe.

Easicomp GmbH was founded in 2011 and is primarily a service provider in the field of LFT (longfiber reinforced thermoplastics). Easicomp´s provision of services includes, amongst others, counseling, production and distribution of fiber composites. The Easicomp team, consisting of qualified and experienced experts in LFT, already worked together successfully before the founding of Easicomp GmbH. Easicomp GmbH therefore offers its clients “the whole package“ around the subject fiber reinforced composites.



Dr.-Ing. Tapio Harmia
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
Easicomp GmbH
Junkers-Straße 10
67681 Sembach

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 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

Univ.-Prof. Dr. Matthias Baum
Vorsitzender Diemersteiner Kreis
Chairman Diemersteiner Kreis

KONTAKT / *CONTACT*
kontakt@diemersteiner-kreis.de

AUSGRÜNDUNGEN

Gründungsbüro TU & HS Kaiserslautern

„EXIST-Forschungstransfer“
erfolgreich beantragt

Successfully applied for
“EXIST-Forschungstransfer“



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, Mitarbeiter 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 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 a sensitization 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.

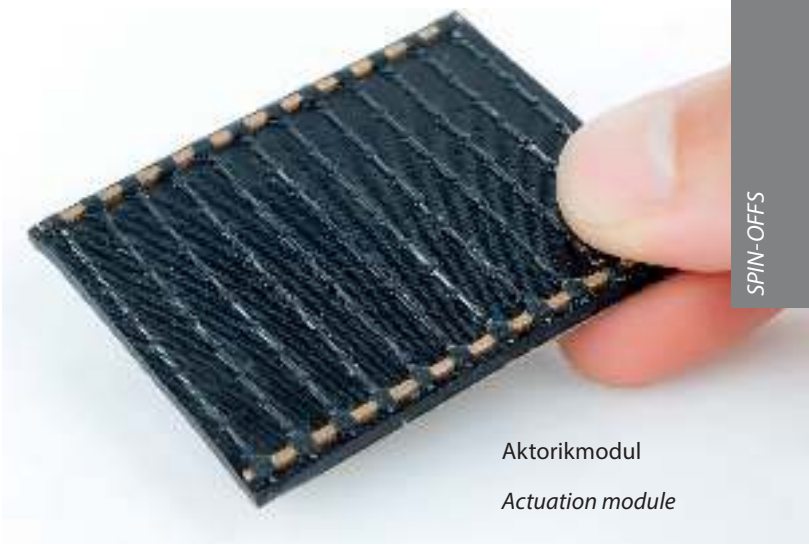
Students, alumni, scientists, and all other staff members of the two universities and research institutes receive professional support tailored to their particular needs and topics. We want to encourage all people to realize their ideas by starting their own business.

www.gruendungsbuero.info



Dr. Bernhard Schu
Leiter Gründungsbüro
Manager Gründungsbüro

KONTAKT / *CONTACT*
Gründungsbüro der TU & HS Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern



Aktorikmodul

Actuation module

Mit dem Vorhaben CompActive wird der Grundstein für eine Ausgründung gelegt, welche die Technologie der aktiven Hybridverbunde kommerziell verfügbar macht und damit Lösungen für gänzlich neue Verstellfunktionen bietet. Die aktiven Hybridverbunde kombinieren die bekannten Vorteile faserverstärkter Kunststoffverbunde mit denen eines modernen Festkörperaktors, den Formgedächtnislegierungen. So kann auf konventionell benötigte Komponenten wie z.B. Mechanik, Motor und Getriebe verzichtet werden. Die aktiven Module können einfach in Produkte integriert werden und stellen dort die gewünschte Verstellfunktion auf kleinstem Bauraum bei minimaler Zusatzmasse bereit. Kontinuierliche Krümmungen ohne Spalte, Skalierbarkeit und Geräuschlosigkeit sind weitere Vorteile, die Innovationen in den Bereichen Aerodynamik, Komfort und Design ermöglichen.

Ob innovative Funktionserweiterung oder Neuauflage einer etablierten Verstellfunktion, das vierköpfige Team 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 aktiven Modul für die Serienanwendung.

The project CompActive is the basis for a spin-off focusing on the commercialization of active hybrid composites. These composites offer solutions for completely new adjustment functions. The advantages of fiber reinforced polymers are combined with modern solid-state actuators, the shape memory alloys. Conventionally required components, such as mechanical systems, gearbox and motor, are dispensable. By that lightweight and compact actuator modules provide the desired adaptability and can easily be integrated into products. Scalability, noiselessness and continuously bended contours are further advantages enabling innovations, for example in the areas of design, aerodynamics and comfort.

The four-person team provides all steps, from the idea to modules for series application from feasibility studies, setup of functional prototypes and detailed design to manufacturing of active modules.

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
Teamleiter
Team leader

KONTAKT / *CONTACT*
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Erwin-Schrödinger-Str. 58
67663 Kaiserslautern

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.

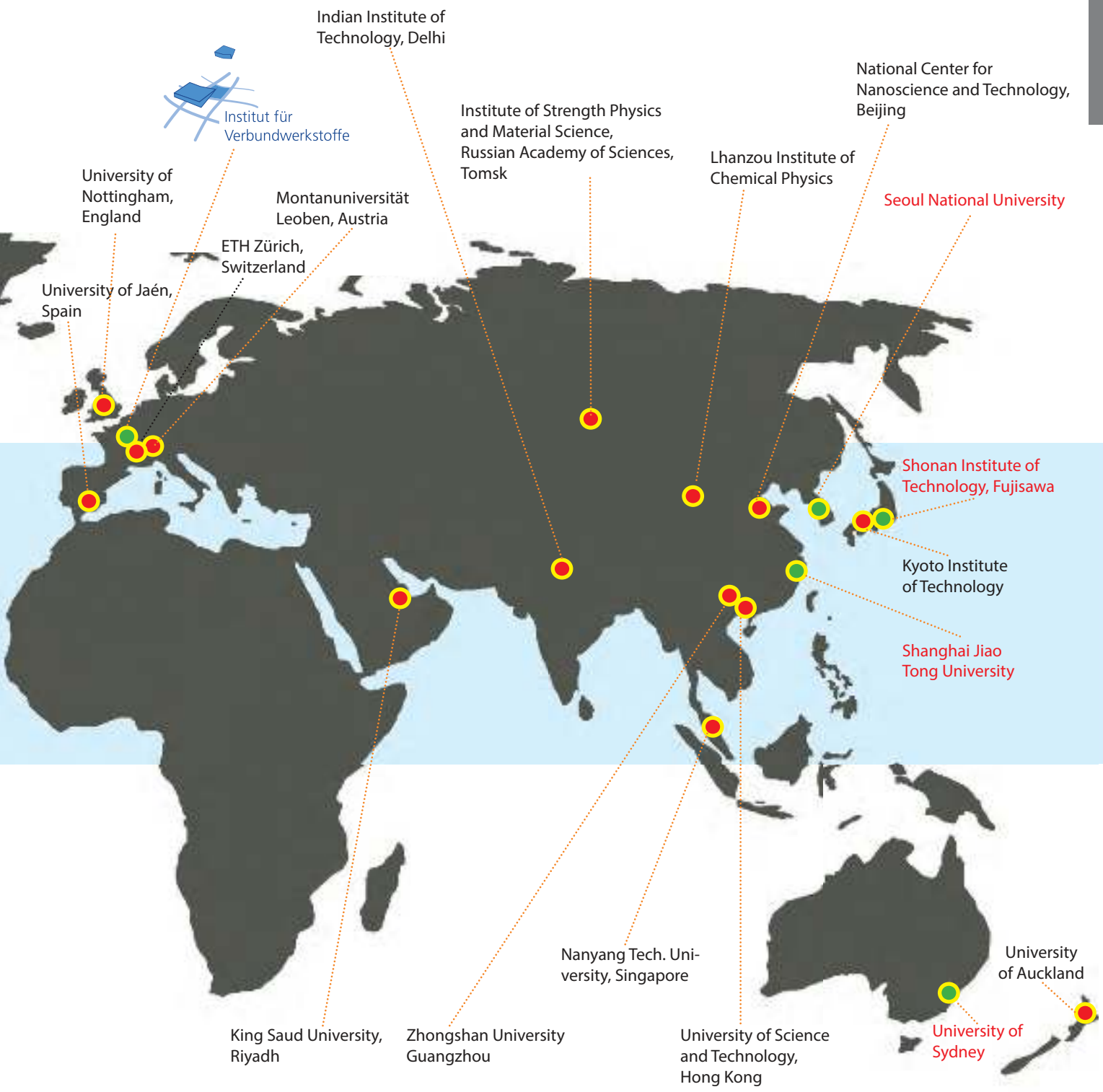




We are part of a global network of internationally leading composite research institutions. Through strong cooperation in international projects, exchange of world-class experts and our “on site” presence we have access to leading-edge technology and latest composite knowledge. Already in 1997, the "Academic 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, University of Kaiserslautern (Germany). Scientists of these institutions meet regularly to discuss composite developments.

Global Network

Worldwide



Academic Summit

INTERNATIONALER WISSENSCHAFTLICHER AUSTAUSCH

Internationaler wissenschaftlicher Austausch

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, der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie auch über ausländische Programme wie die des Marie-Curie Fellowships (EU) oder des Chinesischen Scholarship Councils. Seit 2010 wurden auf diese Weise bereits über 100 entsprechende Forschungsaufenthalte von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ermöglicht.

AvH-Stipendiat am IVW:
Dr. Emmanuel Isaac Akpan, Nigeria

AvH Fellow at IVW:
Dr. Emmanuel Isaac Akpan, Nigeria



International Scientific Exchange

Herr 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, wirkt als eine der treibenden Kräfte der Internationalisierungsstrategie des IVW mit. Er ist engagiert in der Mitbetreuung von Doktoranden, als Gutachter von Dissertationen und in der wissenschaftlichen Beratung von postdoktoralen Gastwissenschaftlern. Mit seinem großen internationalen Netzwerk setzt er sich zusammen mit dem wissenschaftlichen Leitungspersonal des Institutes auch für die Anbahnung neuer gemeinsamer Forschungskooperationen mit ausländischen Instituten, für die Abfassung gemeinsamer wissenschaftlicher Veröffentlichungen in internationalen Fachjournalen und Fachbüchern sowie für gemeinsame Vorträge auf internationalen Fachtagungen ein.



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 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, the German Research Foundation, and foreign programmes such as the Marie Curie Fellowships (EU) or the Chinese Scholarship Council. 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 the Institute for Composite Materials, is contributing to the internationalization strategy of the IVW as one of the driving forces. He is involved in the supervision of doctoral students, as reviewer of dissertations, and in the scientific consulting of post-doctoral guest scientists. With his large international network he, together with the scientific management of the institute, also supports the initiation of new joint research cooperations with foreign institutes, the drafting of joint scientific publications in international journals and textbooks, and joint lectures at international conferences.



Anbahnung einer Forschungskooperation
mit der King Saud Universität, Riad, Saudi Arabien

Initiaton of a research collaboration
with the King Saud University, Riad, Saudi Arabia

SCIENCE AND INNOVATION ALLIANCE KAISERSLAUTERN e.V.

Ordentliche Mitglieder / *Full Members:*

SIAK
SCIENCE & INNOVATION ALLIANCE KAISERSLAUTERN

Hochschule Kaiserslautern University of Applied Sciences
Technische Universität Kaiserslautern
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH
Fraunhofer IESE
Fraunhofer ITWM
ibwf Institut für Biotechnologie und Wirkstoff-Forschung
ifos
iTA Institut für Technologie und Arbeit
Institut für Verbundwerkstoffe
Photonik-Zentrum Kaiserslautern e.V.
Westpfalz-Klinikum GmbH
AECOM
EMPOLIS Information Management
General Dynamics European Land Systems-Germany
insiders technologies
John Deere
matelso Smart Solutions for Clever Marketing
peb
SKS Welding Systems
TOPdesk
WIPOTEC Innovation. Passion. First.

Wissenschaft & Innovation im Verbund

Heutzutage verlangt die Komplexität wissenschaftlicher und technologischer Fragestellungen vielfach interdisziplinäre Lösungsansätze. Technische Universität und Hochschule Kaiserslautern, zehn renommierte Forschungsinstitute, forschungsnahe Einrichtungen, zehn Unternehmen, Einzelmitglieder sowie zahlreiche Fördermitglieder bilden die Science and Innovation Alliance Kaiserslautern e.V.. Gemeinsam wird das Ziel verfolgt, den Wissenschaftsstandort Kaiserslautern regional, national und international zu positionieren.

Die Anwendungsbereiche:

- Industrie 4.0
- Nutzfahrzeuge
- Bauen
- Energie
- Gesundheit

werden von den Vereinsmitgliedern mit dem Schwerpunkt „Digitale Transformation“ kompetent bearbeitet, um den Herausforderungen von Wirtschaft und Gesellschaft zu begegnen.

Research & Innovation Network

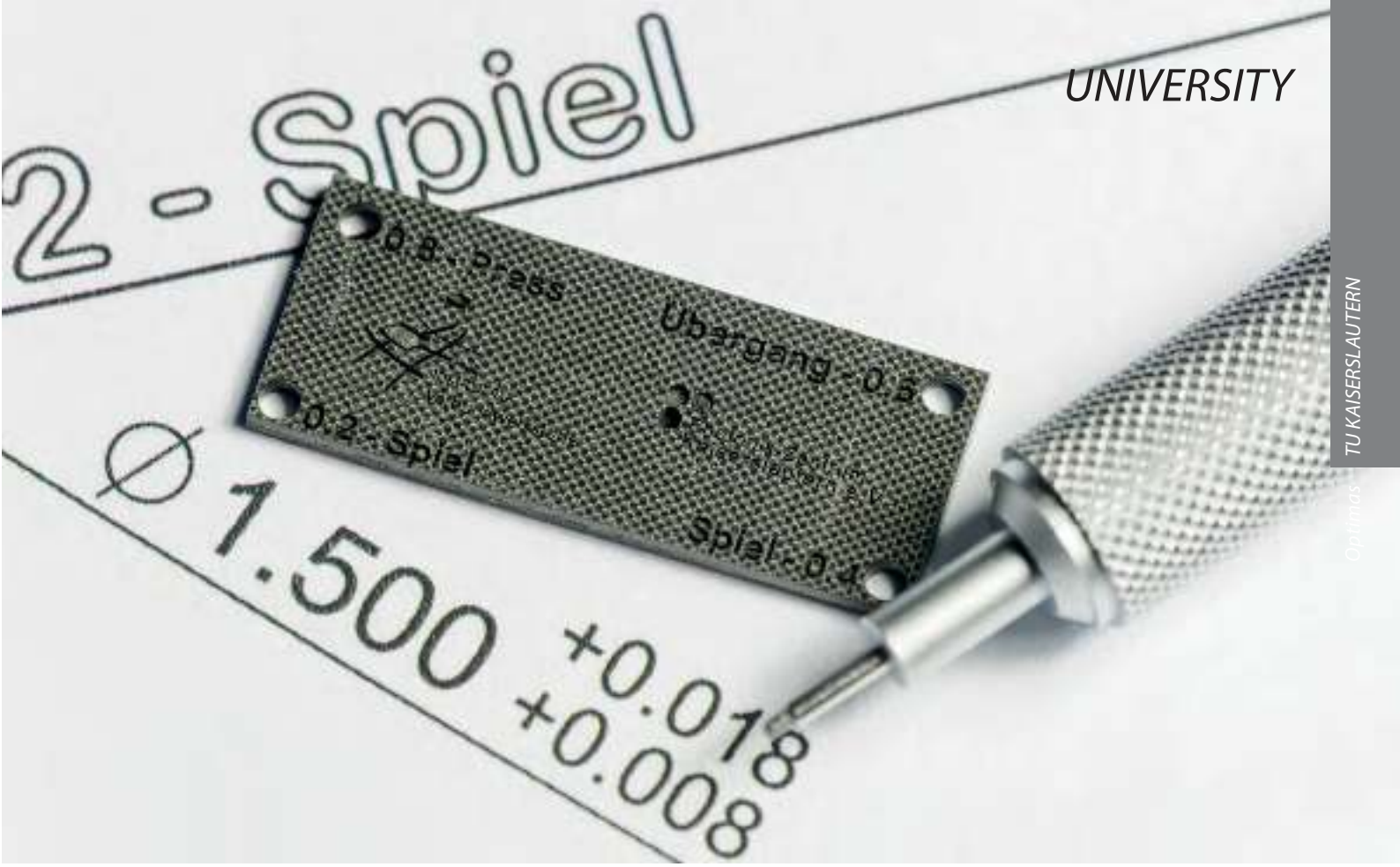
Finding solutions to the complex scientific and technological issues we face today often calls for an interdisciplinary approach. The University of Kaiserslautern, the University of Applied Sciences Kaiserslautern, ten renowned research institutes and research-oriented institutions, ten companies, individual persons as well as numerous supporting members have joined forces to form the Science and Innovation Alliance Kaiserslautern e.V.. Together they aim at boosting the city's reputation as distinguished location in the field of research and academic studies at a regional, national, and international level.

The major topics include:

- *Industrie 4.0*
- *Commercial Vehicles*
- *Construction*
- *Energy*
- *Health*

As competent partners and with a special focus on the area of "Digital Transformation", the members of the non-profit association explore these topics in order to address the challenging economic and social issues of our time.

www.science-alliance.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 IPM 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:

- PICASO: picosecond laser CFRP structuring & optimization; Photonik Zentrum KL e.V., IVW GmbH; gefördert durch Stiftung Innovation Rheinland-Pfalz
- K-MAP: Kaiserslautern Materialentwicklung und Prüfung; IVW, PZKL, TU KL (AG optische Technologien und Photonik); gefördert im Rahmen des RWB-EFRE-Programms Rheinland-Pfalz
- OnTaLeko: Entwicklung eines laserbasierten Tapelegekopfes; IVW, PZKL und Industrie, gefördert durch BMWi/ZIM

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 IPM 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 war 2018 über die Professoren Dr.-Ing. Ulf Breuer, Dr.-Ing. Joachim Hausmann, Dr.-Ing. Peter Mitschang sowie Dr. Miro Duhovic, Dr. rer. nat. Martin Gurka, Dr.-Ing. David May, Dr.-Ing. Sebastian Schmeer und Dr.-Ing. Bernd Wetzel, ergänzt durch Lehrbeauftragte aus der Industrie und Hochschule, in die Lehre an der Technischen Universität Kaiserslautern eingebunden. In enger Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik hat das Institut im Sommer- und Wintersemester 36 Semesterwochenstunden Vorlesung und Labore angeboten. Studierende der TU und Hochschule Kaiserslautern konnten durch die Bearbeitung von Studien- und Diplomarbeiten einen Einblick in einen modernen Forschungsbetrieb und aktuelle, zukunftsträchtige Forschungsthemen gewinnen. 2018 wurden 56 Studien-und Diplomarbeiten, 34 Bachelor- und Masterarbeiten, 9 Projektarbeiten sowie 2 Promotionsverfahren abgeschlossen. Kolloquien, Technologietransfer und Praktika vervollständigten das Angebot in der Lehre. Darüber hinaus brachten sich Mitarbeiter des Instituts auch aktiv in außeruniversitäre Lehrveranstaltungen und Weiterbildungen ein, so z.B. in dem zweimal jährlich stattfindenden „Grundlagenseminar Thermoplastische Faser-Kunststoff-Verbunde“, organisiert durch CCeV.

In 2018 the institute was integrated into the curriculum of the University of Kaiserslautern by professors Dr.-Ing. Ulf Breuer, Dr.-Ing. Joachim Hausmann, Dr.-Ing. Peter Mitschang as well as lecturers Dr. Miro Duhovic, Dr. rer. nat. Martin Gurka, Dr.-Ing. David May, Dr.-Ing. Sebastian Schmeer, and Dr.-Ing. Bernd Wetzel, complemented by lecturers from industry and university. In close collaboration with the Department of Mechanical and Process Engineering the institute offered 36 hours of lectures and laboratories a week in the summer and winter semesters. Students of the University of Kaiserslautern and University of Applied Sciences Kaiserslautern gained insight into a modern research institute and current, promising research subjects by carrying out student research projects and degree theses. 56 student research projects and diploma theses, 34 bachelor and master theses, 9 project theses, and 2 doctorates were completed in 2018. 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 CCeV.





Wintersemester SWS 19

Berechnung und Konstruktion von Verbundwerkstoffen 2
Hausmann

Verbundwerkstoffe im Flugzeugbau 3
Breuer

Fügeverfahren für Verbundwerkstoffe 2
Geiß / Mitschang

Konstruieren in Kunststoffen 2
Endemann

Labor Werkstofftechnik 2
Eifler / Geiß / Breuer / Mitschang / Seewig

Integrierte Produktentwicklung mit Verbundwerkstoffen 4
May

Biomimetik in der Werkstoffwissenschaft 2
Wetzel

Labor CAE mit Verbundwerkstoffen 2
Hausmann / Schmeer / Duhovic

Sommersemester SWS 17

Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe 2
Mitschang

Verbundwerkstoffbauweisen 2
Schmeer

Ermüdung und Lebensdauer 2
Magin

Leichtbau 4
Hausmann

Technologie und Rotorblätter von Windenergieanlagen 1
Ruckdäschel

Labor Maschinenkonstruktion 4
Thema: Demonstration und Herstellung von faserverstärkten Bauteilen im Wickelverfahren
Beck / Eigner / Geiß / Mitschang / Müller / Sauer / Stephan

Physik multifunktionaler Materialien 2
Gurka

PATENTE



Henry Ford
Source: Wikipedia

Auszug aus unseren Schutzrechten

- DE102013102486B3
  Verfahren zur kontinuierlichen Messung des hydrodynamischen Kompaktierungsverhaltens einer Verstärkungsstruktur
  Becker, David; Rieber, Gunnar; Franz, Holger
- DE10306345B4
  Verfahren zur Herstellung eines rotationssymmetrischen faserverstärkten Vorformlings
  Brogdon, Steven; Lichtner, Jens; Weick, Torsten; Weimer, Christian
- DE102011056637B4
  Verfahren zur Fertigung eines Kunststoffbauteils
  Brzeski, Markus
- EP2685114B1
  Onlinekontrolle von Gleitlagern
  Burkhart, Thomas; Sebastian, Ron
- DE10004146C2
  Anordnung zur Vermessung der Ausbreitung eines Matrixmaterials in elektrisch leitfähigen Verstärkungsstrukturen
  Daniel, Patrick; Kissinger, Christian; Röder, Gunther
- DE102018101758.8
  Vorrichtung zur tribologischen Vorqualifizierung von Filamenten
  Gebhard, Andreas; Brunner, Stefan
- DE102015106802B3
  Biegeaktuator mit Formgedächtniselement
  Hübler, Moritz; Fritz, Lisa; Nissle, Sebastian; Gurka, Martin
- DE10237803B4
  Verbundwerkstoff aus Polypropylenverstärkung und Polypropylenmatrix sowie verschiedene Verfahren zu dessen Herstellung
  Karger-Kocsis, József
- DE10129514B4
  Verfahren zur Anhaftung von Thermoplastbändchen auf einer Werkzeugplattform
  Korn, Jochen; Beresheim, Guido; Lichtner, Jens
- DE10012378C2
  Verfahren zur Anhaftung von faserverstärkten Thermoplastbändern auf einer Werkzeugplattform
  Korn, Jochen; Lichtner, Jens; Beresheim, Guido
- DE102012102841B3
  Verfahren zur Präparation eines Roving
  Lichtner, Jens; Mack, Jens; Steeg, Markus

Excerpt from our intellectual property rights

- DE102005018477B4
  Garn mit mineralischen Fasern
  Molnár, Peter
- DE102006005104B3
  Verfahren zur Überwachung eines Bauteils aus einem Kunststoffmaterial
  Molnár, Peter; Ogale, Amol; Mitschang, Peter
- DE10354723B4
  Stoßfängerquerträger für ein Fahrzeug
  Pfaff, Thomas; Schmitt, Uwe
- DE102012109671B4
  Vorrichtung und Verfahren zur Fertigung einer Vorform
  Rieber, Gunnar
- DE1020111009506B4
  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
- DE102012107663B3
  Gleitkontaktelement sowie ein Verfahren zur Bestimmung der Temperatur im Bereich des Gleitkontaktes eines ungeschmierten Gleitkontaktelementes in dessen Betriebszustand
  Sebastian, Ron; Burkhart, Thomas
- DE10146323B4
  Verfahren zur rechnergesteuerten Bestimmung von Verlaufsdaten einer Fließfront und Vorrichtung dazu
  Stöven, Timo
- DE102008009540B3
  Vorrichtung zum Umformen eines Werkstückes aus einem thermoplastischen Werkstoff
  Velthuis, Rudi
- DE102005018478B4
  Vorrichtung zum Induktionsschweißen von Kunststoffteilen
  Velthuis, Rudi; Collet, Christoph
- DE10005202B4
  Verfahren und Vorrichtung zur kontinuierlichen bauteil- und prozessorientierten Herstellung von Verstärkungsstruktur-Halbzeugen für Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffe
  Weimer, Christian; Wöginger, Andreas

MESSEN



MÄRZ







Vom 6. bis 8. März traf sich die Composites Branche zur weltgrößten Fachmesse in Paris. Die JEC World wächst stetig weiter und erreichte mit 42.445 Besuchern aus 115 Ländern und mehr als 1.300 Ausstellern einen neuen Bestwert. Beispiele für zukunftsträchtige Fügetechnik, neue Implantate für die Medizintechnik, aktive Composite-Strukturen bis hin zu Möglichkeiten zum Recycling von Kohlenstofffasern zeigten einen hervorragenden Einblick in die Kompetenzen des Institutes und die grundsätzlichen Möglichkeiten von Faserverbunden. Insbesondere der Body-in-White als Demonstrator der im Projekt FlexHyJoin entwickelten Fügetechnik fand auf dem Automotive Planet viel Zuspruch.

From March 6th to 8th, the composites industry met for the world's largest trade fair in Paris. JEC World continues to grow and reached a new record with 42,445 visitors from 115 countries and more than 1,300 exhibitors. Examples of future-oriented joining technologies, new implants for medical applications, active composite structures, and possibilities for the recycling of carbon fibers showed an excellent insight into the institute's expertise and the fundamental possibilities of fiber composites. In particular, the Body-in-White as a demonstrator of the joining technology developed in the FlexHyJoin project was very popular at the Automotive Planet.

JUNI

ZIM
Zentrales
Innovationsprogramm
Mittelstand

Über 350 Aussteller präsentierten am 7. Juni ihre im Rahmen von BMWi-geförderten Projekten erzielten Neuheiten. Die Veranstaltung jährte sich zum 25. Mal, das Wetter zeigte sich von seiner schönsten Seite und der Innovationstag war hochkarätig besucht. Das ausgestellte Hightech-Mountainbike unseres Entwicklungspartners all ahead composites GmbH erweckte einiges an Aufmerksamkeit und war ein schönes Beispiel für gelungene Zusammenarbeit in dem geförderten ZIM-Projekt „ProLight – Prozessentwicklung für kosten- und energieeffiziente Leichtbauanwendungen".

Over 350 exhibitors presented innovations based on BMWi-funded projects on June 7th. It was the 25th anniversary of this event, the weather was brilliant and the Innovation Day was attended by high-level visitors. The presented hightech mountainbike of our partner all ahead composites GmbH raised particular attention and is an example for a successful cooperation realized within the ZIM-projekt "ProLight – Process development for cost and energy-efficient lightweight-applications".



COMPOSITES EUROPE

NOVEMBER

Die COMPOSITES EUROPE ist in jedem Jahr ein fester Termin für die Welt der Verbundwerkstoffe. Vom 6. bis 8. November 2018 traf sich die Branche in Stuttgart. Laut Angaben des Veranstalters waren in diesem Jahr 8.342 Besucher und 406 Aussteller vertreten. Die Forschungsarbeiten des Instituts wurden am Messestand anhand ausgewählter Exponate präsentiert. Vorgestellt wurden phosphatfreie Sanierungssysteme für Abwasserkanäle, die laufenden Arbeiten zur Standardisierung von Organoblechen, eine zum Patent angemeldete neuartige Krafteinleitung für gewickelte Strukturen und vieles mehr.

The COMPOSITES EUROPE is a fixed date for the composites world. The sector met from November 6th to 8th in Stuttgart. 8,342 visitors and 406 exhibitors attended the trade fair according to the organizer. The scientific results of the institute were presented by various exhibits, e.g. renewal systems for sewers, current work for the standardization of organo sheets, and a patent-pending novel load introduction for filament wound structures.





2018

Januar

10 Millionen Euro für neues Technologiezentrum in Kaiserslautern
10 Million Euros for new Technology Center in Kaiserslautern


Foto: T. Koziel

Im Januar 2018 überreichte Wissenschaftsminister Prof. Dr. Konrad Wolf dem Technologiezentrum Thermoplastische Composites (TTC) im Institut für Verbundwerkstoffe (IVW GmbH) in Kaiserslautern einen Förderbescheid in Höhe von über zehn Millionen Euro. Die Gelder, die sich aus rheinland-pfälzischen Landesmitteln sowie aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) speisen, ermöglichen die Anschaffung neuer Fertigungsanlagen und Laboratorien. Zusammen mit kooperierenden Unternehmen, insbesondere im Bereich des Leichtbaus, sollen Technologien und Kompetenzen gebündelt werden, mit deren Hilfe innovative Produkte entwickelt werden können. Ziel ist es, den Einsatz hochfester und extrem leichter thermoplastischer Faserverbundwerkstoffe für Leichtbaustrukturen in der Wirtschaft zu ermöglichen und somit den Wissensaustausch zwischen Forschung und Unternehmen weiter zu verstärken.

In January 2018, Science Minister Prof. Dr. Konrad Wolf presented the Technology Center Thermoplastic Composites (TTC) at the Institute for Composite Materials (IVW GmbH) in Kaiserslautern with a grant of over ten million euros. The funds, which come from the state of Rhineland-Palatinate and the European Regional Development Fund (ERDF), will enable the acquisition of new production facilities and laboratories. Together with cooperating companies, especially in the field of lightweight construction, technologies and competencies will be bundled to enable the development of innovative products. The main goal is to facilitate the application of high-strength and extremely lightweight thermoplastic fiber composites for lightweight structures in industry and thus to further strengthen the exchange of knowledge between research and businesses.

2018

MÄRZ

23. Nationales SAMPE Symposium
23rd National SAMPE Symposium



Das 23. Nationale SAMPE Symposium fand vom 28. Februar bis 1. März 2018 in Kaiserslautern, organisiert durch das IVW, statt. Unter dem Motto „Faserverbundtechnologie – Die Prozessketten werden effizient“ folgten über 120 Teilnehmer dem spannenden Veranstaltungsprogramm von hochkarätigen Referenten aus Forschung und Wirtschaft. Dabei wurden ins-

The 23rd National SAMPE Symposium took place in Kaiserslautern from February 28h to March 1st, 2018, organized by IVW. Along the lines of "Fiber composite technology – The process chains become efficient" (motto) more than 120 participants followed the exciting program of distinguished speakers from research and industry. In par-

besondere Fragen und Möglichkeiten für eine Verbesserung der Effizienz der Materialien, der Bauteilentwicklung und der Verarbeitungstechnik diskutiert. Schwerpunkt lag in der Betrachtung der gesamten Prozesskette, vom Faserverbundwerkstoff bis zum fertigen Bauteil.



ticular, questions and possibilities for improving the efficiency of materials, component development, and processing technology were discussed. The focus was on the entire process chain, from the fiber composite material to the finished component.

2018

PAG Expertentreffen Thermoplast
PAG Expert Meeting Thermoplastic

MÄRZ



Am 13. März 2018 fand im IVW der „Thermoplastic CFRP Experts Day" statt. Hintergrund sind aktuelle Anstrengungen von Premium Aerotec und Airbus zur Bewertung des Potentials großer thermoplastischer Faserverbundstrukturen in einer möglichen nächsten Generation von Verkehrsflugzeugen. In seinem Keynote-Vortrag wies Herr Prof. Breuer auf einige entscheidende Vorteile hin: Schmelzbarkeit, Umformbarkeit, Schweißbarkeit, werkstoffliche Wiederverwertbarkeit, verbesserte Reparaturverfahren und weiteres Gewichtsenkungspotential aufgrund hervorragender Schadenstoleranz. In Fachvorträgen und Workshops wurden mit rund 70 ausgewählten Experten von Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette und dem wissenschaftlichen Führungskreis des IVW aussichtsreiche Technologien bewertet sowie Forschungsbedarfe identifiziert. Das IVW wird sich auch im Luftfahrtforschungsprogramm der Bundesregierung (LuFo) weiter in die Technologieentwicklung einbringen.

On March 13th, 2018, IVW hosted the "Thermoplastic CFRP Experts Day" in the context of recent efforts by Premium Aerotec and Airbus to evaluate the potential of large thermoplastic fiber composite structures in a possible next generation of commercial aircraft. In his keynote address, Prof. Breuer pointed out some of the crucial benefits: meltability, formability, weldability, material recyclability, improved repair methods, and further weight reduction potential due to excellent damage tolerance. In specialist lectures and workshops, promising technologies were evaluated and research needs identified by about 70 selected experts from companies along the value-added chain and the scientific senior management of IVW. The institute will also be involved in technology development within the aviation research program of the Federal Government (LuFo).

2018

„Nacht, die Wissen schafft“ in Kaiserslautern
“Nacht, die Wissen schafft“ in Kaiserslautern

APRIL







Am Freitag, 13. April 2018, diente die „Nacht, die Wissen schafft“ bereits zum siebten Mal als Schaufenster der Institute, namhafter Firmen und des Universitätscampus. Dabei konnte die Kaiserslauterer Forschungslandschaft als „Science and Innovation Alliance Kaiserslautern e.V.“ in ihrer ganzen Vielfalt erkundet werden. Die beiden Hochschulen, die zahlreichen weiteren Forschungsinstitute und regionale Unternehmen stellten ihre Forschungsarbeiten zum Anfassen vor. Das IVW war dabei in der Trippstadter Straße im Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik mit vertreten. Der Fokus war dieses Mal auf die zahlreichen Spin-offs des Instituts gerichtet, um aufzuzeigen, wie Ideen aus der Forschung zu neuen Firmen in der Region führen können und die Forschung damit maßgeblich zur Entwicklung der Region beiträgt.

On Friday, April 13th, 2018, the “Nacht, die Wissen schafft” served as a showcase for the institutes, well-known companies, and the university campus for the seventh time. The “Science and Innovation Alliance Kaiserslautern e.V.” enabled the visitors to explore the Kaiserslautern research landscape in all its diversity. Both universities, numerous research institutes, and regional companies presented research you can touch. IVW was also represented in Trippstadter Straße at the Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik. This time, the focus was on the numerous spin-offs of the institute to show how ideas gained from research can lead to new companies in the region and how research can thereby make a significant contribution to the development of the region.

2018

Verleihung des ersten Alumni-Preises
Presentation of the First Alumni-Award

JULI

Die Verbundenheit der ehemaligen Mitarbeiter mit dem IVW – auch nach der aktiven Zeit – zeigt sich alljährlich auf dem Alumnitreffen. Die Teilnehmer können sich im Rahmen des Sommerfestes und eines anschließenden Kolloquiums über die neuesten

The ties of our former employees with the IVW are visible every year at the alumni meeting, where they are informed about the latest developments at the institute within the frame of the summer party and a subsequent colloquium. Here, the exchange between our alumni





Entwicklungen am Institut informieren. Hierbei steht der Austausch zwischen unseren Ehemaligen und Mitarbeitern im Vordergrund. Traditionell fanden am Vormittag Vorträge zu ausgewählten Themen von aktuellen wissenschaftlichen Mitarbeitern statt. In diesem Jahr wurde zum ersten Mal der Alumnipreis für die beste studentische Arbeit verliehen. In einer Umfrage wurde die Masterarbeit von Herrn Max Kaiser mit dem Titel „Aufbau eines einfachen und robusten Regelungskonzeptes für angeströmte Stellelemente auf Hybridverbundbasis“ als beste Arbeit ausgewählt. Herr Kaiser freute sich neben einer Urkunde auch über ein Preisgeld in Höhe von 500 €.

and employees is in the focus. Traditionally, lectures on selected topics were held in the morning by current research associates. This year, for the first time, the Alumni-Award for the best student thesis was presented. In a survey, Max Kaiser's master thesis titled "Design of a simple and robust control concept for flow control elements based on hybrid composites" was selected as the best thesis. In addition to a certificate, Mr. Kaiser was pleased to also receive the prize money of 500 €.

2018

SEPTEMBER

3. EU-Informationsveranstaltung am IVW

3rd EU Information Session at IVW

Am 4. September 2018 fand am IVW zum 3. Mal eine Informationsveranstaltung in Zusammenarbeit mit dem EU-Referat der TU Kaiserslautern und der Nationalen Kontaktstelle (NKS) Werkstoffe, Projektträger Jülich, zum Themenbereich Nanotechnologie, Werkstoffe, Biotechnologie und Produktion des Rahmenprogramms für Forschung und Innovation der Europäischen Union statt. Neben Vorträgen zum aktuellen Rahmenprogramm „Horizon 2020“ und dem kommenden Programm „Horizon Europe“ bekamen die Teilnehmer durch zwei Erfahrungsberichte wertvolle Einblicke in die erfolgreiche Antragstellung und in



On September 4th, 2018, IVW hosted an information session on the topics nanotechnology, materials, biotechnology, and production of the European Union's framework programme for research and innovation. This event took place in cooperation with the EU liaison office of the Technische Universität Kaiserslautern and the National Contact Point (NCP) Materials, Project Management Jülich. In addition to lectures on the current framework program "Horizon 2020" and the upcoming program "Horizon Europe", the participants gained valuable in-

die Sichtweise eines Gutachters. Auch die Möglichkeit, sich in Einzelgesprächen durch die NKS zur eigenen Antragsidee individuell beraten zu lassen, wurde von den Teilnehmern rege genutzt.

sight into successful proposal writing and an evaluator's view by two experience reports. Moreover, many participants took advantage of the option to have individual consultations with the NCP regarding their own project ideas.

2018

NOVEMBER

„TopTour" des Wissenschaftsministers Professor Dr. Wolf am IVW

"TopTour" of the Minister of Science Professor Dr. Wolf at IVW

Foto: T. Koziel



Rheinland-Pfalz belegte im Jahr 2018 den 5. Platz im deutschlandweiten Ranking der europäischen Patentanmeldungen. Im Rahmen seiner „TopTour" besuchte der Wissenschaftsminister Herr Professor Dr. Konrad Wolf innovative Einrichtungen des Landes, die diesen Spitzenplatz ermöglichten, so auch Anfang November das IVW. In einem interessanten Programm mit Beiträgen von Ausgründern betonte er die Wichtigkeit des Instituts für den Technologie- und Wissenstransfer in Rheinland-Pfalz und lobte das zielstrebige Vorgehen des IVWs, das von der Idee über die Anwendung bis hin zu Ausgründungen seit Jahren sehr erfolgreich ist.

In 2018, Rhineland-Palatinate ranked 5th place in the Germany-wide ranking of European patent applications. As part of his "TopTour" the Minister of Science, Professor Dr. Konrad Wolf, visited innovative institutions in the Rhineland-Palatinate that made this top ranking possible, including IVW at the beginning of November. In an interesting program with contributions from spin-offs, he emphasized the importance of the Institute for technology and knowledge transfer in Rhineland-Palatinate and commended IVW on its determined approach, that has been successful for many years – from the idea and its application to spin-offs.





2018

DEZEMBER

Abschlussmeeting FlexHyJoin
FlexHyJoin Final Meeting





Die Live-Vorführung der Produktionszelle zum Horizon 2020 Projekt „FlexHyJoin" war das Highlight des Abschlussmeetings am 12. Dezember 2018 bei der Gubesch Thermoforming GmbH in Wilhelmsdorf. Das Projektkonsortium präsentierte über 20 interessierten Teilnehmern aus der Industrie die Projektergebnisse zum vollautomatischen Induktions- und Laserfügen. Auch in Zukunft steht bei der Gubesch Thermoforming GmbH die flexible Produktionszelle mit Lasertexturierung, Induktions- und Laserfügen sowie einer zerstörungsfreien online Qualitätskontrolle über Lock-in Thermografie für interessierte Industriepartner zur Verfügung.
Nähere Informationen unter www.flexhyjoin.eu.

The live demonstration of the prototype production cell of the Horizon 2020 project "FlexHyJoin" was the highlight at the final meeting on December 12th, 2018, at Gubesch Thermoforming GmbH, Wilhelmsdorf. The consortium presented the project results on fully automatic induction and laser joining to more than 20 interested participants from industry. Gubesch Thermoforming will continue to make the flexible production cell, including laser texturing, induction and laser joining as well as online non-destructive quality control via Lock-in Thermography, available to interested industrial partners.
Further information is available at www.flexhyjoin.eu.

2018

DEZEMBER

Symposium am Caltech in den USA
Symposium at Caltech, USA



Zu Ehren des 85. Geburtstages von Prof. Wolfgang Knauss versammelten sich am 21. Dezember seine ehemaligen Studenten zum „Symposium on Contemporary Research in Mechanics of Materials and Structures" am California Institute of Technology. Dr. Wetzel war als Vorsitzender einer hochkarätigen Tagung geladen. Die Konferenzbeiträge der Spitzenwissenschaftler behandelten topaktuelle und zukunftsweisende Themen zu Verbundwerkstoffen, Biomaterialien und Nanocompositen.

In honor of Prof. Wolfgang Knauss' 85th birthday, his former students met on December 21st for the „Symposium on Contemporary Research in Mechanics of Materials and Structures" at the California Institute of Technology. Dr. Wetzel was invited as chair of a high-profile session. Presentations of top scientists covered cutting-edge and future-oriented topics on composites, biomaterials, and nanocomposites.

Veröffentlichungen
Publications

- Akpan, E. I.; Wetzel, B.; Friedrich, K.: A fully biobased tribology material based on acrylic resin and short wood fibres, Tribology International, Vol. 120, (2018), S. 381–390
- Akpan, E. I.; Shen, X.; Wetzel, B.; Friedrich K.: Design and synthesis of polymer nanocomposites, Polymer Composites with Functionalized Nanoparticles – Synthesis, Properties, and Applications, Elsevier, (2018), ISBN: 978-0-12-814064-2, S. 47–83
- Akpan, E. I.; Wetzel, B.; Friedrich, K.: High-modulus biocomposites based on short wood fibers and acrylic resin, Society of Plastics Engineers, 3, (2018), DOI: 10.2417/spepro.006993
- Armbrecht, M.: LIBRE – Lignin based carbon fibers for composites, CCeV, AG Biocomposite, 06. September 2018, Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Kaiserslautern
- Ausheyks, L.; Baz, S.; Dinkelmann, A.; Finckh, H.; Gresser, G.; Hehl, J.; Reichert, O.; Rimmel, O.; Schmidt, T.; May, D.; Mitschang, P.; Poeppel, A.: Recycling langer Kohlenstofffasern, Kunststoffe, 5, (2018), S. 77–81
- Ausheyks, L.; Baz, S.; Dinkelmann, A.; Finckh, H.; Gresser, G.; Hehl, J.; Reichert, O.; Rimmel, O.; Schmidt, T.; May, D.; Mitschang, P.; Poeppel, A.: Recycling of long carbon fibers, Kunststoffe International, 5, (2018), S. 44–48
- Backe, S.; Balle, F.; Hannemann, B.; Schmeer, S.; Breuer, U. P.: Fatigue properties of multifunctional metal- and carbon-fiber-reinforced polymers and intrinsic capabilities for damage monitoring, Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures, 1–9, (2018), DOI: 10.1111/ffe.12878
- Bauer, C.; Hannemann, B.; Glatt, E.; Schmeer, S.: Mikromechanische Modellierung und Berechnung von stahlfaserverstärktem CFK, 23. Nationales SAMPE Symposium, 28. Februar–01. März 2018, Kaiserslautern
- Bauer, C.; Widera, A.; Schimmer, F.; Schmidt, T.: The digital twin – A comparative study of material simulation on µCT-scanned and modelled microstructures, 4th International Congress on 3D Materials Science, (3DMS 2018), 10.–13. Juni 2018, Helsingor, Dänemark
- Becker, Y. N.: Entwicklung eines metallfreien Pedikelschraubensystems, CCeV, AG Thermoplastische Composites - AG-Multi-Material-Design, 07.–08. Mai 2018, Dresden
- Becker, Y. N.: Numerical analysis of a metal-free pedicle screw system for the use in human lumbar spine, Young Researcher Symposium, 22. Juni 2018, Kaiserslautern
- Becker, Y. N.; Motsch, N.; Hausmann, J.: Numerical investigation and design optimization of a hybrid CFRP pedicle screw system, 21st International Conference on Composite Structures, (ICCS21), 04.–07. September 2018, Bologna, Italien
- Becker, Y. N.; Motsch, N.; Hausmann, J.: Insights in the development of a new hybrid CFRP pedicle screw system: numerical investigation and design optimization, DVM Arbeitskreis - Zuverlässigkeit von Implantaten und Biostrukturen, 19.–20. Oktober 2018, Berlin
- Becker, S.; Mitschang, P.: Influences of laminate parameters on the induction heating behavior of CFRPC, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24.–28. Juni 2018, Athen, Griechenland
- Bittmann, B.; Bouza, R.; Barral, L.; Bellas, R.; Cid, A.: Effect of environmental factors on poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate)/poly(butylene adipate-coterephthalate)/Montmorillonite nanocomposites with antimicrobial agents, Polymer Composites, Vol. 39, (2018), S. 915–923
- Bittmann-Hennes, B.: Skin healthcare by innovative NanoCAPsuleS – ein Erfahrungsbericht, Fachveranstaltung "Open Innovation Test Beds und Pilots" der nationalen Kontaktstellen NMBP, 5. Juli 2018, Frankfurt am Main
- De Souza, S.; Conejo, L.; Costa, M.; Mang, P.; Becker, S.; Hein, L.; Mitschang, P.; Botelho, E.: Influence of uv-radiation on PEEK/CF laminates after to be submitted to welding induction, 29th AeroMat Conference and Exposition, 07.–09. Mai 2018, Orlando, Florida, USA
- Didi, M.; Mitschang, P.: Joining of polymer-metal hybrid structures: Principles and Applications, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, USA, (2018), ISBN 978-1-118-17763-1, S. 101–125
- Donhauser, T.; Schmeer, S.: Festigkeitsanalyse Faser-Thermoplast-Verbunde: Untersuchungen zur Anwendbarkeit von wirkebenen-bezogenen Bruchkriterien bei der Berechnung unidirektionaler Faser-Thermoplast-Verbunde, 23. Nationales SAMPE Symposium, 28. Februar–01. März 2018, Kaiserslautern
- Domm, M.; Schlimbach, J.: FIFDM – Verfahren für 3D-gedruckte Faser-Kunststoff-Verbunde, Hybrid-Materials and Structures, 3. Internationale Konferenz, 18.–19. April 2018, Bremen

- Domm, M.; Schlimbach, J.: Characterization of a novel additive manufacturing process for FRPC; SAMPE Europe Conference 2018, 11.–13. September 2018, Southampton, England
- Domm, M.: An die Pumpen, CCeV Magazin, 2, 2018, S. 34
- Duhovic, M.; Romanenko, V.; Schommer, D.; Hausmann, J.: Material characterization of high fiber volume content long fiber reinforced SMC materials, 14th Flow Processes in Composite Materials, (14th FPCM), 30. Mai–01. Juni 2018, Luleå, Schweden
- Duhovic, M.; Schommer, D.; Hausmann, J.: Forming/ draping simulation of organosheet materials, Kunststoffe + Simulation: Prozess- und Bauteiloptimierung durch Simulation, 24.–25 April 2018, München
- ○ Friedrich, K.; Akpan E. I.; Wetzel, B.: Sliding wear performance of dry and oil impregnated black-fiber palm wood, JURNAL TRIBOLOGI, 16, (2018), S. 51–70
- Friedrich, K.; Akpan, E. I.; Wetzel B.: Sliding wear performance of dry and oil impregnated black-fiber palm wood, 6th Asia International Conference on Tribology 2018, (Asia-Trib 2018), 17.–20. September 2018, Sarawak, Malaysia
- Friedrich, K.: Polymer composites for tribological applications, Advanced Industrial and Engineering Polymer Research, 1, (2018), S. 3–39
- ○ Fu, K. K.; Cui, X. Y.; Zhang, Y. X.; Ye, L.; Chang, L.; Friedrich, K.: Confined compression behavior of a shear thickening fluid with concentrated submicron particles, COMPOSITES COMMUNICATIONS, 10, (2018), S. 186–189
- Gebhard, A.; Jim, B.-C.; Wetzel, B.: Tribofilmen auf der Spur – Facts statt Fake News, LUVOCOM Polymer Technology Conference 2018, 17. Mai 2018, Steinheim an der Murr
- Gebhard, A.; Jim, B.-C.; Wetzel, B.: Moderne Prüftechnik in der Tribologie: Zeitauflösende optische Detektion und Quantifizierung von Transferfilmen in Kunststoff-Stahl-Gleitkontakten, VDI-Fachkonferenz „Hochleistungs-Kunststoffzahnräder 2018", 11.–12. Juni 2018, München
- Gebhard, A.; Jim, B.-C.; Wetzel, B.: Tribofilmen auf der Spur, Forschungsvereinigung für Antriebstechnik (FVA): PA-Sitzung „Kunststoffe", 26. Juni 2018, Garching bei München
- Gebhard, A.; Jim, B.-C.; Wetzel, B.: In-situ quantification of polymeric transfer films by a novel optical method, Open Innovation Forum, 13. September 2018, Darmstadt
- Gebhard, A.; Jim, B.-C.; Wetzel, B.: Advanced testing methods for polymer transfer films in sliding contacts, Wear Resistant Plastics 2018, 20. September 2018, Düsseldorf
- Gebhard, A.; Jim, B.-C.; Wetzel, B.: Neues Verfahren zur quantitativen in situ-Erfassung von Transferfilmen in Kunststoff-Metall-Gleitkontakten, GfT-Fachtagung 2018, 24.–26. September 2018, Göttingen
- Gebhard, A.: The digital tribology lab using the example of online tribofilm analysis, Summer School on Digital Transformation, 24.–28. September 2018, Annweiler am Trifels
- Goergen, C.; Cavuldak, H.; Mitschang, P.: Kostenanalyse der Prozesskette zur Herstellung von rCF-Stapelfaser-Organoblechen, Technische Textilien, 3, (2018), S. 120–121
- Goergen, C.; Cavuldak, H.; Mitschang, P.: Cost analysis of the process chain of rCF staple fiber organic sheet manufacturing, Technical Textiles, 3, (2018), S. 126–127
- Gortner, F.; Schüffler, A.; Fischer, J.; Mitschang, P.: Biobased filler for SMC, Bioplastics Magazine, Vol. 13, (2018), S. 34–35
- ○ Grethe, T.; Mahltig, B.; Miao, H.; Kick, T.; Haase, H.; Kopietz, M.; Grishchuk, S.: Narrow and Smart Textiles: Fibers and textiles for fully bio-based fiber reinforced materials, Springer, Cham, Schweiz, (2018), ISBN 978-3-319-69049-0, S. 33–45
- ○ Grieser, T.; May, D.; Mitschang, P.: Investigation of the bending behavior of multi-ply dry carbon fiber non-crimp fabrics, The Journal of The Textile Institute, Vol. 109, Issue 4, (2018), S. 455–465
- Grishchuk, S.; Gryshchuk, L.; Wetzel, B.: Novel functional nanocapsules for skin care products, International Research and Practice Conference „Nanotechnology and Nanomaterials" (NANO–2018), 27.–30. August 2018, Kiew, Ukraine
- Gryshchuk, L.; Grishchuk, S.; Wetzel, B.: Functionalisation of self-assembling copolymers for nano-encapsulation of active species for skin care applications, 11th International Conference „Electronic Processes in Organic and Inorganic Materials" (ICEPOM–11), 21.–25. Mai 2018, Ivano-Frankivsk, Ukraine
- Güttler, B.: Nachwachsende Rohstoffe – besser mit Composites, 23. Nationales SAMPE Symposium, 28. Februar–01. März 2018, Kaiserslautern
- Gurka, M.: Physics of Multifunctional Materials – Concepts, Materials, Applications, DESTech Publications, Lancaster, Pennsylvania, USA, (2018), ISBN: 978-1-60595-260-4

Veröffentlichungen
Publications

- Gurka, M.; Hannemann, B.: Möglichkeiten der Funktionsintegration mit metallischen Filamenten, Carbon Composites e.V. Thementag "Funktionsintegration in der Praxis", 06. Juni 2018, Fulda
- Gurka, M; Hübler, M.; Nissle, S.; Kaiser, M.: Active hybrid composite actuators – a comparison of different design approaches, 16th International Conference on New Actuators, 25.–27. Juni 2018, Bremen
- Hannemann, B.; Rehra, J.; Schmeer, S.; Breuer, U. P.: Approach for the analytical description of the post-damage behavior of steel and carbon fiber reinforced hybrid composites, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24.–28. Juni 2018, Athen, Griechenland
- Hausmann, J.; Krummenacker, J.: Ganzheitliche Bauteilentwicklung am Beispiel ermüdungsbelasteter Strukturen, 23. Nationales SAMPE Symposium, 28. Februar–01. März 2018, Kaiserslautern
- Heydt, T.; Motsch, N.; Hausmann, J.: Development of a hybrid process for the production of personalized and structurally optimized 3D-printed orthosis on site, International Textile Conference 2018, 14. November 2018, Daegu, Südkorea
- Jim, B.-C.; Österle, W.; Wetzel, B.: Transfer films in plastic/metal sliding: A contribution towards understanding their formation mechanisms, 21st International Colloquium Tribology, 9.–11. Januar 2018, Stuttgart-Ostfildern
- Jim, B.-C.; Gebhard, A.; Wetzel, B.: Tribofilmen auf der Spur – Einmal drauf und fertig?, Luvocom Polymer Technology Conference, 17. Mai 2018, Steinheim an der Murr
- Jim, B.-C.; Gebhard, A.; Wetzel, B.: In-situ measurement of transfer films by a novel optical method using the example of polymer-metal sliding contacts, 3rd International Conference on Polymer Tribology, (Polytrib), 24.–25. September 2018, Portorož, Slowenien
- ○ Jung, G.; Mitschang, P.: Multilayered hybrid roving as a manufacturing concept of continuous fiber-reinforced thermoplastic materials, Journal of Thermoplastic Composite Materials, Vol. 31, Issue 2, (2018), S. 145–161
- Kabachi, A.; Willenbacher, B.; May, D.; Ermanni, P.; Mitschang, P.: Flow induced sample deformations in out-of-plane permeability measurement, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24.–28. Juni 2018, Athen, Griechenland
- Kelkel, B.; Popow, V.; Gurka, M.: Combining acoustic emission with passive thermography to characterize damage progression in cross-ply CFRP laminates during quasi-static tensile loading, 12th European Conference on Non-Destructive Testing, (ECNDT 2018), 11.–15. Juni 2018, Göteborg, Schweden
- Kelkel, B.; Popow, V.; Gurka, M.: Anwendung der Schallemissionsanalyse zur Identifizierung von Schadensereignissen während der quasi-statischen Prüfung von bidirektionalen CFK Laminaten, Arbeitskreis DGZfP Stuttgart, 05. Juli 2018, Stuttgart
- Kelkel, B.; Vogtmann, J.; Gurka, M.: The influence of source depth and source-to-sensor distance on the AE signal characteristics of damaging events in thin-walled CFRP laminates, 33rd European Conference on Acoustic Emission Testing, (EWGAE 2018), 12.–14. September 2018, Senlis, Frankreich
- Kelkel, B.; Gurka, M.: Piezoelektrische Schallwandler für die Lokalisierung und Identifizierung von Schadensereignissen in dünnwandigen Faserkunststoffverbunden, VDI Workshop „Funktionale Materialien für mechatronische Systeme", 08.–09. November 2018, Ilmenau
- ○ Klingler, A.; Bajpai, A.; Wetzel, B.: The effect of block copolymer and core-shell rubber hybrid toughening on morphology and fracture of epoxy-based fiber reinforced composites, Engineering Fracture Mechanics, Elsevier, (2018), DOI: 10.1016/j.engfracmech.2018.06.044
- Klingler, A.; Wetzel, B.: Block copolymer and core shell rubber hybrid toughening of epoxy based carbon fiber reinforced composites, 22nd European Conference on Fracture, (ECF–22), 26.–31. August 2018, Belgrad, Serbien
- ○ Kopietz, M.; Wetzel, B.: Impact of aggressive media on the interlaminar shear strength of innovative glass fiber reinforced polyurea/polysilicate hybrid resins, Procedia Structural Integrity, Vol. 13, (2018), S. 143–148, DOI: 10.1016/j.prostr.2018.12.024
- ○ Kracke, C.; Nonn, A.; Koch, C.; Schmist, E.; Bickerton, S.; Gries, T.; Mitschang, P.: Interaction of textile variability and flow channel distribution systems on flow front progression in the RTM Process, Composites Part A, 106, (2018), S. 70–81
- Krooß, T.; Gurka, M.: Thermo-mechanical stiffness and media resistance of endless carbon fiber composites with polyphenylene sulfide (pps)/polyether sulfone (pes) blend matrices, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24.–28. Juni 2018, Athen, Griechenland
- Krummenacker, J.; Hausmann, J.; Klingler, A.; Wetzel, B.: Life-time prolongation by matrix modifications of flywheel

components made of carbon fiber reinforced polymers, 7th International Conference on Fatigue of Composites, 04.–06. Juli 2018, Venedig, Italien

○ López-Alba, E.; Schmeer, S.; Díaz, F.: Energy absorption capacity in natural fiber reinforcement composites structures, Materials, 11, 418, (2018), doi:10.3390/ma11030418

○ May, D.; Domm, M.; Mitschang, P.: Wet Fiber Placement: A novel manufacturing technology for continuously fiber reinforcement polymers, Journal of Composite Materials, (2018), DOI: 10:1177/0021998318786998

• May, D.; Rimmel, O.; Schmidt, T.; Semar, J.; Mitschang, P.: Faser + Polymer = Verbundwerkstoff? Lösungen für eine schnelle und gute Imprägnierung, 23. Nationales SAMPE Symposium, 28. Februar–01. März 2018, Kaiserslautern

• Mitschang, P.: Effizienz in der FKV-Verarbeitung, 23. Nationales SAMPE Symposium, 28. Februar–01. März 2018, Kaiserslautern

• Mitschang, P.; Weidmann, S.: Influence of penetration depth on lap shear strength of induction welded steel/TP-FRPC joints, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24.–28. Juni 2018, Athen, Griechenland

• Motsch, N.; Pfaff, T.; Schimmer, F.: Neuartige Krafteinleitung zur Übertragung von Zug-, Druck- und Torsionslasten in rohrförmige Faser-Kunststoff-Verbundstrukturen mit höchster Leichtbaugüte, Symposium Composites 2018, 19.–20. September 2018, Augsburg

• Motsch, N.; Rieger, F.; Rief, T.: Load carrying composite cores, expoAIR 2018, 20.–22. November 2018, München

○ Nissle, S.; Kaiser, M.; Hübler, M.; Gurka, M.; Breuer, U. P.: Adaptive vortex generators based on active hybrid composites – from idea to flight test, CEAS Aeronautical Journal, Vol. 9, (2018), S. 661–670

• Nissle, S.; Gurka, M.: Characterization of the load transfer between fiber reinforced composites and shape memory alloys for active hybrid structures, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24.–28. Juni 2018, Athen, Griechenland

• Padenko, E.; Friedrich, K.; Wetzel, B.: Tribology of innovative polybenzimidazole (PBI) coatings, 9th International Conference on Times of Polymers and Composites, (TOP 2018), 17.–21. Juni 2018, Ischia, Italien

• Popow, V.; Budesheim, L.; Gurka, M.: Comparison and evaluation of different processing algorithms for the nondestructive testing of fiber-reinforced plastics with pulse thermography, Materials Testing, Vol. 60, No. 6, (2018), S. 607–613

• Popow, V.; Gurka, M.: Determination of depth and size of defects in carbon-fiber-reinforced plastic with different methods of pulse thermography, Nondestructive Characterization and Monitoring of Advanced Materials, Aerospace, (SPIE 599), Civil Infrastructure, and Transportation XII, 04.–08. März 2018, Denver, USA

• Popow V.; Kelkel B.; Gurka M.: Kombination von Thermografie und Schallemission zur Qualitätskontrolle (NDT) an thermoplastischen Faserverbundkomponenten, CCeV, AG Thermoplastische Composites – AG Multi-Material-Design, 07.–08. Mai 2018, Dresden

• Popow, V.; Kelkel, B.; Gurka, M.: Passive impulse thermography during quasi-static tensile tests of fiber reinforced composites, 12th European Conference on Non-Destructive Testing 2018, (ECNDT), 11.–15. Juni 2018, Göteborg, Schweden

○ Rehra, J.; Hannemann, B.; Schmeer, S.; Breuer, U. P.: Approach for an analytical description of the failure evolution of continuous steel and carbon fiber hybrid composites, Advanced Engineering Materials, (2018), S. 1–10, DOI: 10.1002/adem.201800565

○ Resch-Fauster, K.; Dzalto, J.; Anusic, A.; Mitschang, P.: Effect of the water absorptive capacity of reinforcing fibers on the process ability morphology, and performance characteristics of composites produced from polyfurfuryl alcohol, Advanced Manufacturing: Polymer & Polymer Composites Science, (2018), DOI: 10.1080/20550340.2018.1436234

• Resch-Fauster, K.; Dzalto, J.; Anusic, A.; Mitschang, P.: High performance composites produced from polyfurfuryl alcohol, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24.–28. Juni 2018, Athen, Griechenland

• Rieger, F.; Rief, T.; Motsch, N.; Hausmann, J.: Investigation of pre-cured carbon fiber/epoxy-laminates for modified co-curing process, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24.–28.Juni 2018, Athen, Griechenland

• Rieger, F.; Rief, T.; Motsch, N.; Hausmann, J.: Grundlagenanalyse einer Bauweise zur Herstellung von CFK-Bauteilen mit strukturellem Kern in einem modifizierten Co-Curing-Verfahren, Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress, 04.–06. September 2018, Friedrichshafen

Veröffentlichungen
Publications

- Rimmel, O.; May, D.; Mitschang, P.: Stitching preforms manufactured by dry fiber placement to optimize permeability – an experimental evaluation, 14th Flow Processes in Composite Materials, (14th FPCM), 30. Mai–01. Juni 2018, Luleå, Schweden
- Rimmel, O.; May, D.; Poeppel, A.; Schlimbach, J.; Mitschang, P.: Development of a highly aligned rCF-sliver for a binder tape manufacturing process, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24.–28. Juni 2018, Athen, Griechenland
- Semar, J.; May, D.; Mitschang, P.: Evaluation of different perforation patterns for laminate-integrated heating foils in wind turbine rotor blades, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24.–28. Juni 2018, Athen, Griechenland
- Schimmer, F.; Motsch, N.; Hausmann, J.: Experimental investigations on the impact behavior of woven thermoplastic glass fiber-reinforced laminates, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24.–28. Juni 2018, Athen, Griechenland
- Schlimbach, J.; Domm, M.: Fiber Integrated Fused Depostion Modeling – 3D-Druck mit kontinuierlicher Faserverstärkung, 23. Nationales SAMPE Symposium, 28. Februar–01. März 2018, Kaiserslautern
- Schlimbach, J.; Domm, M.: FIFDM: 3D-Printing with continuous fiber reinforcement, 4D Printing & Meta Materials Conference, 3rd edition, 17.–18. April 2018, Geleen, Holland
- Schmeer, S.; Scheliga, D.; Mischo, F.: A new approach in tensile testing of continuous fiber reinforced thermoplastics, Plenary meeting ISO/TC 61, 22.–27. September 2018, Omiya, Japan
- Schmeer, S.; Scheliga, D.; Mischo, F.: Charakterisierung von endlosfaserverstärkten Thermoplasten und deren Standardisierung für die Automobilindustrie – Statusbericht nach 3 Jahren Projektlaufzeit, CCeV-Arbeitsgruppe „Normen und Standards“, 23. November 2018, Augsburg
- Schmidt, S.; Hausmann, J.: Beeinflussung der Eigenspannungen von thermoplastischen CFK-Stahl-Hybriden durch asymmetrische Abkühlung und Vordehnung mit Betrachtung der Lebensdauer, FA „Hybride Werkstoffe und Strukturen“ & AK „Mischverbindungen“ im FA Aluminium, 13.–14. November 2018, Kaiserslautern
- Schommer, D.; Duhovic, M.; Hausmann, J.: Development of a solid mechanics based material model describing the behavior of SMC materials, 14th Flow Processes in Composite Materials, (14th FPCM), 30. Mai–01. Juni 2018, Luleå, Schweden
- Strohrmann, K.; Schmeer, S.; Fortin, G.; Hamada, H.; Hajek, M.: Crashworthiness characteristics of carbon-flax composite tubes for aerospace applications, 18th European Conference on Composite Materials, (ECCM18), 24–28. Juni 2018, Athen, Griechenland
- Walter, R.; Friedrich, K.; Gurka, M.: Characterization of mechanical properties of additively manufactured polymers and composites, 9th International Conference on Times of Polymers and Composites, (TOP 2018), 17.–21. Juni 2018, Ischia, Italien
- Walter, R.; Gebhard, A.; Gurka, M.; Huber, T.; Wetzel, B.: Verbesserung der Gleitverschleißeigenschaften durch Schmierstoffzuführung in einer porösen, additiv gefertigten Kunststoffstruktur, 59. Tribologie-Fachtagung der Gesellschaft für Tribologie e.V., 24.–26. September 2018, Göttingen
- Weidmann, S.; Mitschang, P.: Induktives Fügen von oberflächenvorbehandelten Metallen mit thermoplastischen Faserkunststoffverbunden, 3. Internationale Konferenz Hybrid Materials and Structures, 18.–19. April 2018, Bremen
- Weidmann, S.; Mitschang, P.: Die Mischung macht´s, Maschinenbau, Nr. 5, (2018), S. 64–67
- Weidmann, S.; Mitschang, P.: Festigkeit und Langzeitbeständigkeit von induktiv geschweißten Hybridverbindungen aus thermoplastischen FKV und Stahl, DGM-Fachausschuss „Hybride Werkstoffe und Strukturen“ & AK „Mischverbindungen“, 13.–14. November 2018, Kaiserslautern
- Wetzel, B.; Padenko, E.: Polybenzimidazole high temperature resistant polymer for severe tribological applications, 21st International Colloquium Tribology, 9.–11. Januar 2018, Stuttgart-Ostfildern
- Wetzel, B.: Polymermatrizes für extreme Anforderungen, 23. Nationales SAMPE Symposium, 28. Februar–01. März 2018, Kaiserslautern
- Wetzel, B.; Gebhard A.: Moderne Verfahren der Modelltribometrie, 23. Nationales SAMPE Symposium, 28. Februar–01. März 2018, Kaiserslautern

Poster
Poster

- Wetzel, B.; Padenko, E.: Polybenzimidazole coatings for tribological applications, 3rd International Conference on Polymer Tribology, (Polytrib), 24.–25. September 2018, Portorož, Slowenien
- Wetzel, B.: Biomimetik in der Werkstoffwissenschaft, Impulsvortrag, DGM-Fachausschuss „Hybride Werkstoffe und Strukturen“ und AK „Mischverbindungen“, 13.–14. November 2018, Kaiserslautern
- Willenbacher, B.; May, D.; Mitschang, P.: Determining the capillary pressure of engineering textiles in out-of-plane direction, 14th Flow Processes in Composite Materials, (14th FPCM), 30. Mai–01. Juni 2018, Luleå, Schweden

○ referierte Zeitschriften / *peer-reviewed journals*

- Armbrecht, M.: Modification and characterization of coconut fibers for biocomposite applications, ECO-BIO 2018, 04.–07. März, Dublin, Irland
- Armbrecht, M.: Modification and characterization of coconut fibers for biocomposite applications, DGM Materials Science and Engineering Congress 2018, (MSE2018), 26.–28.September 2018, Darmstadt
- Grishchuk, S.; Gryshchuk, L.: Novel temperature responsive nanocapsules for anti-aging skin care applications, 4th International Conference on Biomedical Polymers and Polymeric Biomaterials, (ISBPPB 2018), 15.–18. Juli 2018, Krakau, Polen
- Grishchuk, S.; Wetzel, B.; Karger-Kocsis, J.: Advanced benzoxazine/epoxy hybrid resins and composites, International Conference Thermosetting Resins 2018, 25.–27. September 2018, Berlin
- Gryshchuk, L.; Grishchuk, S.: New self-assembling copolymers via polymer-analogous transformations in a microwave reactor for skin care applications, First International Conference PDFA, Polymers: Design, Function and Application (Polymers 2018), 21.–23. März 2018, Barcelona, Spanien
- Gryshchuk, L.; Padenko, E.; Grishchuk, S.; Wetzel, B.: Ionic liquids as internal tribo-additives for high-performance LCP-PAI hybrid coatings, 11th International Conference Electronic Processes in Organic and Inorganic Materials (ICEPOM-11), 21.–25. Mai 2018, Ivano-Frankivsk, Ukraine
- Rief, T.; Rieger, F.; Motsch, N.; May, D.; Schmitt, U.; Franz, H.; Disandt, V.: Entwicklung einer neuen Methodik zur Herstellung hohlförmiger FKV-Strukturen zum Einsatz in strukturellen Komponenten in der Luftfahrt, Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2018, (DLRK 2018), 04.–06. September 2018, Friedrichshafen

Interne Kolloquien
Internal Colloquia

15.01.2018 Stefan Schmidt:
Durchführung von Kriechversuchen am reaktivierten Kriechprüfstand mit digitaler Bildkorrelation

Christian Goergen:
Stapelfaser-Organobleche:
Erkenntnisse und Herausforderungen

05.02.2018 Stephan Becker:
Prozessoptimierung des kontinuierlichen Induktionsschweißens von CFK

Sebastian Nissle:
Vortex-Generatoren im Flugzeugeinsatz

05.03.2018 Alexander Huf:
Dachhimmel

Florian Kühn:
Herstellung von faserverstärkten Thermoplasten durch automatisierte Ablage von Pulver-Towpregs und Direktimprägnierung

09.04.2018 Jan Rehra:
Future/MFK

Jan Eric Semar:
Elastomere & FKV – Der Stand am IVW

07.05.2018 Bai-Cheng Jim:
Transferfilme in der Tribologie

Björn Willenbacher:
Verstärkungstextilien in Dickenrichtung

04.06.2018 Konstantin Mehl:
Entwicklung von Frontaufprallträgerkonzepten in FKV- und Hybrid-Bauweise für ein Großserienfahrzeug

Stefan Weidmann:
FlexHyJoin – Großserientaugliches Induktions-schweißen von Metallen mit thermoplastischen Faserkunststoffverbunden

02.07.2018 Torsten Heydt:
Entwicklung eines Hybridverfahrens zur Herstellung von personalisierten und strukturell optimierten 3D-Druck Orthesen vor Ort – 3DPrint2Fiber

Kerstin Steidle:
Bewertungsmethode von Füllstoffen für elektromagnetische thermoplastische Anwendungen

03.09.2018 Tobias Donhauser:
Beitrag zur Auslegung hochbeanspruchter Bauteile aus Faser-Thermoplast-Verbunden

Martje Armbrecht:
LIBRE – Lignin based carbon fibers for composites

08.10.2018 Thomas Rief:
LUFO V-2 Next-Move Customized Production Processes – Strukturelle Kerne

Dr. Emmanuel Isaac Akpan (AvH):
Bio-based wood fiber composites

19.11.2018 Eugen Padenko:
PBI-Hochleistungsbeschichtungen für verschleißbeanspruchte Funktionsflächen

Mark Kopietz:
ZIM-SamBa: Sanierungssysteme mit Basaltfaser-Verbundwerkstoffen

03.12.2018 Andreas Gebhard:
Das digitale Tribolabor

Florian Schimmer:
Beitrag zum Schädigungsverhalten von Faser-Thermoplast-Verbunden unter Schlagbelastung – Experimente und Analytik

Promotionen
Doctorates

11.07.2018
Dipl.-Ing. Christoph Kracke (externer Doktorand)
„Dimensionierung werkzeugseitiger Fließkanäle im RTM Prozess“

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. E. Kerscher,
Technische Universität Kaiserslautern
Berichter:
Prof. Dr.-Ing. F. Henning,
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Prof. Dr.-Ing. P. Mitschang

31.08.2018
M.Eng. Gihune Jung (externer Doktorand)
„Development of continuous fiber- and long fiber reinforced thermoplastic materials with multilayered hybrid structure, and then crash application thereof“

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. P. L. Geiß
Technische Universität Kaiserslautern
Berichter:
Prof. Dr.-Ing. R. Schledjewski
Montanuniversität Leoben
Prof. Dr.-Ing. P. Mitschang

Gastwissenschaftler
Guest Scientists

Dr. Emmanuel Isaac Akpan
Ambrose Alli University, Ekpoma, Nigeria
01. September 2016–31. August 2018
(gefördert durch die Alexander von Humboldt-Stiftung)

M.Sc. Shibo Zou
École Polytechnique de Montréal, Kanada
11. Juli 2018–12. Juli 2018

Dr. Xi Shen
Hong Kong University of Science and Technology
Kowloon, Hong Kong
02. Mai 2017–30. April 2019
(gefördert durch die Alexander von Humboldt-Stiftung)

M.Eng. Juan Antonio Almazán Lázaro
Universidad de Jaén, Spanien
03. Dezember 2018–01. März 2019
(gefördert durch die Universidad de Jaén)

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
- 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
- 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
- Shonan Institute of Technology, Fujisawa, Japan
- Aerospace Manufacturing Technology Center, Montreal, Kanada
- 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
- 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
- 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
- USC University of Southern California, Los Angeles, USA
- Belarusian State Technological University, Minsk, Weißrussland
- National Academy of Science of Belarus, Grodno, Weißrussland

Fachgremien / Begutachtungen

Expert Panels / Reviews

- Advanced Materials Engineering (AME) Landesforschungsschwerpunkt
- AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
- Alexander von Humboldt-Stiftung
- Arbeitskreise der AVK e.V.
- Bayerische Forschungsstiftung
- BMWi Expertengruppe Elektropower
- Bundesministerium für Bildung und Forschung, Projektträger Jülich
- Carbon Composites e.V. – Arbeitsgruppe „Engineering, Klebtechnik, NDE“
- CCeV Arbeitsgruppen
- CC West, Vorstand
- CVC Rheinland-Pfalz
- DAAD Deutscher Akademischer Austausch Dienst
- Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V. – Fachausschuss „Faserkunststoffverbunde“
- DGM e.V. – Fachausschuss „Hybride Werkstoffe und Strukturen“
- DGZFP Fachausschuss „Verbundwerkstoffe“
- DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- 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“
- European Society for Composite Materials
- European Structural Integrity Society (ESIS) – Technical Committee 4 (TC4) Polymers, Polymer Composites and Adhesives
- FVA – Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. PA Kunststoffe
- Gemeinschaftsausschuss Verbundwerkstoffe (GAV)
- Industrieausschuss Strukturberechnungsunterlagen (IASB) des Luftfahrttechnischen Handbuchs (LTH)
- ISO – Teil der deutschen Delegation zu ISO Technical Committee “Plastics” TC61/SC13 “Composites and reinforcement fibers“
- Kompetenznetz Adaptronik e.V.
- Kunststoffe in der Pfalz
- Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO)
- Stiftung Industrieforschung
- VDI Richtlinienausschuss 2014
- VDMA Arbeitsgemeinschaft Hybride Leichtbau Technologien
- VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik FA4.16 Unkonventionelle Aktorik
- VDI/VDE-GMA Fachausschuss „Funktionale Materialien für Mechatronische Systeme“



Telefonliste

Telephone Directory

Vorwahl Kaiserslautern: +49 (0)631

Ackel, Christian	-2017-111	**Hammann,** Nicolà	-2017-380	**Päßler,** Michael	-2017-106
Akpan, Emmanuel Isaac	-2017-347	**Hauck,** Andrea	-2017-314	**Pfaff,** Thomas	-2017-116
Armbrecht, Martje	-2017-239	**Hausmann,** Joachim	-2017-301	**Plocharzik,** Heidrun	-2017-227
Bastian, Sigrid	-2017-450	**Hellwig,** Christa	-2017-114	**Popow,** Vitalij	-2017-243
Baumann, Andreas	-2017-320	**Hennes,** Sven	-2017-337	**Rehra,** Jan	-2017-108
Becker, Stephan	-2017-446	**Hentzel,** Markus	-2017-205	**Rief,** Thomas	-2017-415
Becker, Thorsten	-2017-283	**Heydt,** Torsten	-2017-209	**Rimmel,** Oliver	-2017-228
Becker, Yves	-2017-330	**Hochstätter,** Silvia	-2017-226	**Scheliga,** David	-2017-438
Bendler, Matthias	-2017-339	**Hübler,** Moritz	-2017-443	**Schimmele,** Ralf	-2017-294
Bittmann-Hennes, Birgit	-2017-427	**Huf,** Alexander	-2017-349	**Schimmer,** Florian	-2017-401
Blass, Ulrich	-2017-321	**Jim,** Bai-Cheng	-2017-428	**Schlimbach,** Jens	-2017-312
Blaurock, Jörg	-2017-426	**Kaiser,** Max	-2017-303	**Schmeer,** Sebastian	-2017-322
Breuer, Ulf	-2017-101	**Kelkel,** Benjamin	-2017-318	**Schmidt,** Stefan	-2017-274
Brogdon, Steven	-2017-324	**Kenf,** Andreas	-2017-327	**Schmidt,** Tim	-31607-32
Brunner, Stefan	-2017-362	**Kessler,** Valentine	-2017-124	**Schmidt,** Uwe	-2017-308
Disandt, Volker	-31607-38	**Klaus,** Daniela	-2017-346	**Schmitt,** Stefan	-2017-436
Doll, Gabriele	-2017-310	**Klemm,** Ina	-2017-202	**Schmitt,** Uwe	-2017-135
Domm, Matthias	-2017-153	**Klingler,** Andreas	-2017-414	**Schneider,** Ralph	-2017-323
Donhauser, Tobias	-2017-250	**Köhne,** Regina	-2017-429	**Schommer,** Dominic	-2017-151
Duhovic, Miro	-2017-363	**Kopietz,** Mark	-2017-147	**Schott,** Eric	-2017-261
Eichert, Pia	-2017-222	**Krämer,** Andreas	-2017-441	**Schüler,** Roman	-31607-40
Feiden, Nora	-2017-249	**Krooß,** Tim	-2017-285	**Schütz,** Thomas	-2017-137
Feldner, Hans-Peter	-2017-244	**Krummenacker,** Janna	-2017-367	**Schweitzer,** Patricia	-2017-451
Fols, Sylke	-2017-211	**Kühn,** Florian	-31607-36	**Semar,** Jan Eric	-31607-35
Franz, Holger	-31607-41	**Lahr,** Robert	-2017-448	**Spitz,** Alina	-2017-110
Gabriel, Stefan	-2017-305	**Mang,** Peter	-2017-442	**Steidle,** Kerstin	-2017-242
Gebhard, Andreas	-2017-342	**Mann,** Holger	-2017-154	**Stephan,** Joachim	-2017-241
Giehl, Stefan	-31607-44	**May,** David	-31607-34	**Vogelsanger,** Daniel	-2017-406
Giertzsch, Hermann	-2017-208	**McCauley,** Ariane	-2017-102	**Vogtmann,** Julia	-2017-381
Gilberg, Maurice	-2017-348	**Mehl,** Konstantin	-2017-320	**Volk,** Petra	-2017-212
Gölzer, Werner	-2017-275	**Mischo,** Florian	-2017-407	**Walter,** Rolf	-2017-215
Goergen, Christian	-2017-269	**Mitschang,** Peter	-2017-103	**Weber,** Harald	-2017-113
Gortner, Florian	-2017-439	**Motsch,** Nicole	-2017-423	**Weber,** Julian	-2017-437
Grishchuk, Sergiy	-2017-245	**Münch,** Lukas	-2017-268	**Weick,** Torsten	-2017-128
Gryshchuk, Liudmyla	-2017-282	**Nast,** Michael	-2017-262	**Weidmann,** Stefan	-2017-383
Gurka, Martin	-2017-369	**Natter,** Erhard	-2017-331	**Wetzel,** Bernd	-2017-119
Güttler, Barbara	-2017-462	**Panter,** Karin	-2017-302	**Wilkens,** Gerhard	-2017-307
				Willenbacher, Björn	-31607-42

NOTIZEN / *NOTES*

Jahresbericht 2018

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern
Tel: +49 (0)631 2017-0
Fax: +49 (0631) 2017-199
Internet: www.ivw.uni-kl.de

2018