

Photo Miro Duhovic: Resin infusion simulation of CFC impeller preform in association with Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

**Impressum**

Herausgeber: Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW)

Redaktion: Ariane McCauley, Silvia Hochstätter

Layout, Grafik: Silvia Hochstätter

Fotonachweis: IVW, wenn nicht anders vermerkt

Anschrift: Erwin-Schrödinger-Straße 58

67663 Kaiserslautern

Telefon: +49 (0)631 2017 -0

Fax: +49 (0)631 2017 -199

Internet: [www.ivw.uni-kl.de](http://www.ivw.uni-kl.de)

© IVW

## INHALT CONTENT

Auf einen Blick / <i>At a Glance</i>	5	
Ansprechpartner / <i>Contacts</i>	7	
Mission & Branchen / <i>Mission &amp; Sectors</i>	8	
Kompetenzfelder / <i>Fields of Competence</i>	10	
Technologien / <i>Technologies</i>	34	
Projekte / <i>Projects</i>	36	
Personal / <i>Staff</i>	112	
Wissens- & Technologie-Transfer / <i>Knowledge &amp; Technology Transfer</i>	118	
CU West	120	
Innovationszentrum Thermoplaste / <i>Innovation Center Thermoplastics</i>	122	
Industriekooperationen / <i>Industrial Cooperations</i>	124	
Mitgliedschaften in Vereinen und Verbänden / <i>Memberships in Associations and Federations</i>	126	
Weltweites Netzwerk / <i>Global Network</i>	128	
Internationaler Wissenschaftlicher Austausch / <i>International Scientific Exchange</i>	130	
Ausgründungen /	133	
Kooperation mit der TU Kaiserslautern / <i>Cooperation – TU Kaiserslautern</i>	144	
Lehre / <i>Teaching</i>	146	
Schutzrechte / <i>Patents</i>	148	
Messen / <i>Trade Fairs</i>	150	
Rückblick / <i>Review</i>	154	
<b>Veröffentlichungen / <i>Publications</i></b>	162	
<b>Poster</b>	168	
<b>Promotionen / <i>Doctorates</i></b>	169	
<b>Interne Kolloquien / <i>Internal Colloquia</i></b>	170	
<b>Gastwissenschaftler / <i>Guest Scientists</i></b>	171	
<b>Internationale Kooperationen / <i>International Cooperations</i></b>	172	
<b>Fachgremien / Begutachtungen / <i>Expert Panels / Reviews</i></b>	174	
<b>Telefonliste / <i>Telephone Directory</i></b>	175	

## ANLAGE ANNEX





# VORWORT

2020 wird das IVW 30 Jahre alt. Das ist für uns ein Anlass zu großer Freude und wir feiern unseren Geburtstag mit einem zweitägigen Festkolloquium vom 16. bis 17. September 2020. Unser Konzept „von den Grundlagen bis zur Anwendung“ hat sich seit unserer Gründung durch das Land Rheinland-Pfalz 1990 überaus bewährt und das Haus hat sich in den vergangenen Jahren zu einer führenden Forschungseinrichtung auf dem zukunftssträchtigen Feld der Faserverbundwerkstoffe entwickelt. Nach einer großartigen Aufbauleistung mit einem hochmotivierten Team der ersten Stunde durch unsere Gründungsväter, den Professoren Manfred Neitzel, Klaus Friedrich und Martin Maier, können wir heute mit Stolz auf eine Reihe wichtiger Grundlagenforschungsarbeiten (bis dato alleine 169 Dissertationen), Innovationen, erfolgreiche Ausgründungen und internationale Netzwerke zurückblicken. Aber auch in der Zukunft haben wir noch viel vor. In einer glücklicherweise immer älter und wohlhabender werdenden Gesellschaft brauchen wir neue Lösungen in der Medizin- und Gesundheitstechnik. Dazu entwickeln wir fortschrittliche Technologien für maßgeschneiderte Orthesen und röntgentransparente Implantate, Beispiele finden Sie in diesem Bericht auf Seite 52 und 62. Im Bereich der Mobilität sind nicht nur leichte und hochfeste Strukturen gefragt, die besonders kosteneffizient produziert werden können und Passagiere bestmöglich schützen, sondern auch multifunktionale und nachhaltige Lösungen. Beispiele finden Sie auf Seite 40, 66, 78, 84, 86, 92 und 98. Für den so wichtigen Bereich der Energie arbeiten wir z.B. an der weiteren Senkung von Reibung und Verschleiß (Beispiele auf Seite 56, 108 und 110) und an fortschrittlichen Technologien für Energiespeicher (Beispiele auf Seite 80 und 104). Bei allen unseren Arbeiten und Weiterentwicklungen orientieren wir uns an drei Leitprinzi-

pien: Erstens an einem holistischen Forschungsansatz, der die ganze Prozesskette vom Werkstoff über die Bauteilentwicklung und Fertigung bis zum Betrieb und Recycling berücksichtigt. Zweitens an der Nutzung der besonders mit Verbundwerkstoffen so hervorragend umsetzbaren werkstofflichen Multifunktionalität auf der Mikro- und Mesoebene. Und drittens am Prinzip der Nachhaltigkeit, indem wir dafür sorgen, dass Bauteile extrem lange genutzt, einfach repariert und am Ende des Lebenszyklus effizient werkstofflich wiederverwendet werden können.

Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben viele gute Ideen – lassen Sie uns diese gemeinsam verwirklichen!



*Ulf Dreier*

## FOREWORD

*In 2020 we will celebrate 30 years of IVW with a two-day festive colloquium on 16<sup>th</sup> and 17<sup>th</sup> September 2020. Our concept "From Fundamental Research to Application" has proven to be extremely successful since our foundation by the state of Rhineland-Palatinate in 1990 and the institute has developed into a leading research institution in the promising field of fiber composites in recent years. After a great effort by our founding fathers, Professors Manfred Neitzel, Klaus Friedrich and Martin Maier, with a highly motivated team since day 1, we can now look back with pride on a number of important basic research projects (169 dissertations to date alone), innovations, successful spin-offs and international networks. Yet, we also have many plans for the future. In a society that is fortunately getting older and wealthier, we need new solutions in medical and health technology. Therefore, we are developing advanced technologies for customized orthoses and radiolucent implants, examples of which can be found on page 53 and 63 of this report. In the area of mobility, not only light and high-strength structures that can be produced particularly cost-effectively and provide passengers with the best possible protection are in demand, but also multifunctional and sustainable solutions. You can find examples on page 41, 67, 79, 85, 87, 93 and 99. In the highly important energy sector we are working on further reducing friction and wear (example on page 57, 109 and 111) and on advanced technologies for energy storage (examples on page 81 and 105). In all our work and further developments we are guided by three key principles: Firstly, a holistic research approach that takes into account the entire process chain from materials, component devel-*

*opment and production to operation and recycling. Secondly, the use of material multi-functionality at micro and meso level, which is particularly easy to implement with composite materials. And thirdly, the principle of sustainability by ensuring that components can be used for extremely long periods, easily repaired and efficiently reused at the end of their life cycle.*

*Our scientists have many good ideas  
- let's put them into practice together!*

*Sincerely yours*



Die Institut für Verbundwerkstoffe GmbH  
auf einen Blick

*The Institute for Composite Materials GmbH  
at a Glance*

2019

Gesamthaushalt [Mio. €] / <i>Overall budget [m€]</i>	14,0
Drittmittelprojekte [Mio. €] / <i>Project funding [m€]</i>	10,0
Investitionen [Mio. €] / <i>Investments [m€]</i>	3
Projekte / <i>Projects</i>	198
Veröffentlichungen, Vorträge, Poster / <i>Publications, talks, posters</i>	127
Vorlesungen, Labore / <i>Lectures, laboratories</i>	
SS [SWh] / <i>Summer term</i>	19
WS [SWh] / <i>Winter term</i>	16
Promotionen / <i>Doctorates</i>	6
Personal / <i>Staff</i>	
Stammpersonal* / <i>Permanent staff*</i>	66
Wissenschaftliches Personal* / <i>Scientific staff*</i>	49
Wissenschaftliche Gäste / <i>Guest scientists</i>	4
Wissenschaftliche Hilfskräfte / <i>Student assistants</i>	45

\* VZÄ / *FTE*



## Scientific & 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

## Commercial & Technical Services

Commercial Director

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Uwe Schmidt

+49 (0)631 2017 -308  
uwe.schmidt@ivw.uni-kl.de

Assistant

M.Sc. Olena Kovalska

+49 (0)631 2017 -325  
olena.kovalska@ivw.uni-kl.de

## Knowledge & Technology Transfer

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

B.A. Meike Lind

+49 (0)631 2017 -114  
meike.lind@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

Silke Fischer

+49 (0)631 2017 -302  
silke.fischer@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-Eichmann

+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

Karin Assahli

+49 (0)631 2017 -314  
karin.assahli@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

## Von den Grundlagen bis zur Anwendung

Das Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung des Landes Rheinland-Pfalz und der Technischen Universität Kaiserslautern. Es erforscht Grundlagen für zukünftige Anwendungen von Verbundwerkstoffen, die z.B. für die Mobilität der Zukunft, die Bereiche Energie, Klima und Umwelt, die Produktionstechnologie sowie für das Gesundheitswesen von großer Bedeutung sind. Neue Werkstoffe, Bauweisen und Fertigungsprozesse werden untersucht und – nach der Erarbeitung des Grundlagenverständnisses – für die jeweiligen Anforderungen maßgeschneidert.

Dabei steht die gesamte Prozesskette von den werkstofflichen Grundlagen über die Charakterisierung und Simulation, die Bauweisen und die Fertigungstechnik bis zum Bauteilversuch und Recycling im Fokus. Neue Ideen und innovative Konzepte sind nicht nur ein essentieller Bestandteil der Forschung und Weiterentwicklung des Institutes, sondern führen auch zu Ausgründungen. Neu erworbenes Wissen wird transferiert, vor allem in die Wissenschaft, aber auch in die Lehre, die interessierte Öffentlichkeit und die industrielle Anwendung.



Luft- & Raumfahrt  
*Aeronautics & Space*

Medizintechnik  
*Medical Engineering*

Maschinenbau  
*Engineering*

Sport & Freizeit  
*Sports & Recreation*

Energie  
*Energy*

Automobilbau  
*Automotive*

Baugewerbe  
*Construction Industry*

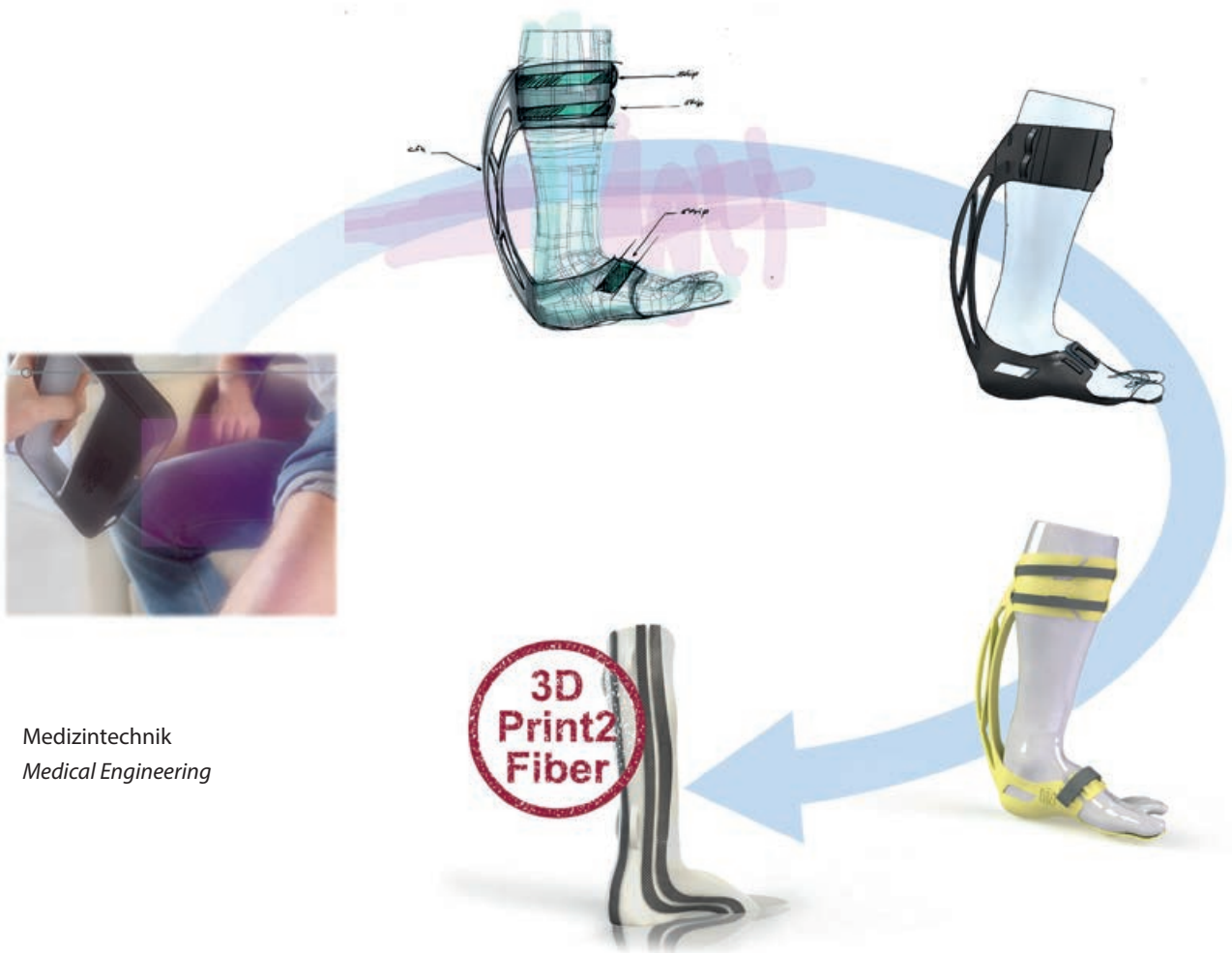
Automobilbau	Baugewerbe	Energie	Luft- & Raumfahrt	Maschinenbau
Medizintechnik	Sport- & Freizeit	Automobilbau	Baugewerbe	
Energie	Luft- & Raumfahrt	Maschinenbau	Medizintechnik	Sport- & Freizeit



## From Fundamental Research to Application

The Institute for Composite Materials (IVW) is a non-profit research institution of the state of Rhineland-Palatinate and the Technical University of Kaiserslautern. It researches fundamentals for future applications of composite materials, which are of great importance for the mobility of the future, the fields of energy, climate and environment, production technology as well as for health care. New materials, construction methods and manufacturing processes are investigated and - after the basic understanding has been developed - tailor-

made for the respective requirements. The focus is on the entire process chain, from basic materials to characterization and simulation, from construction methods and production technology to component testing and recycling. New ideas and innovative concepts are not only an essential part of the research and further development of the institute, but also lead to spin-offs. Newly acquired knowledge is transferred, above all into science, but also into teaching, the interested public and industrial applications.



Medizintechnik  
Medical Engineering

- | Automotive | Aeronautics & Space | Construction Industry | Energy |
- | Engineering | Medical Engineering | Sports & Recreation | Automotive |
- | Aeronautics & Space | Construction Industry | Energy | Engineering |

## Übersicht

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

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

## Tailored & Smart Composites



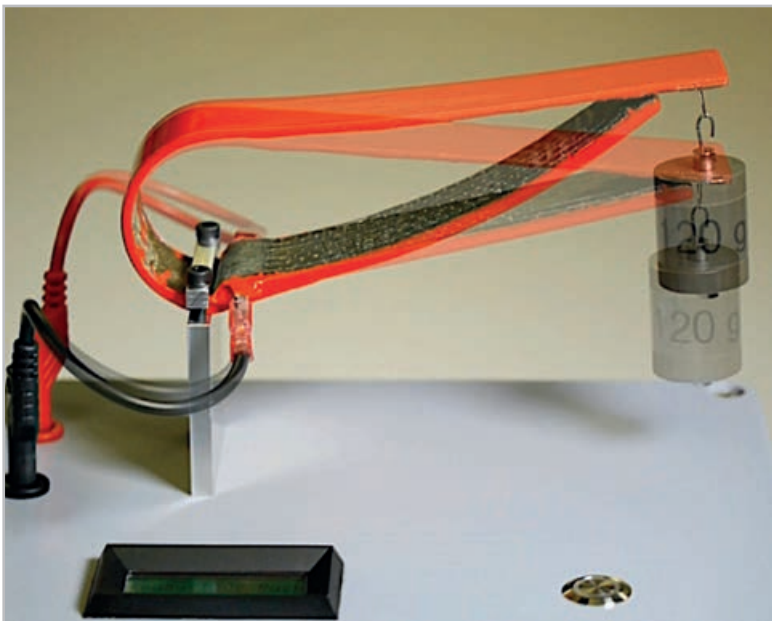
Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Fahrzeugbau & Luftfahrt	Adaptive aerodynamische Elemente
Maschinen- & Anlagenbau	Werkstoffintegrierte Sensoren
Medizintechnik	Röntgentransparente Implantate

### TYPISCHE FRAGEN

und Herausforderungen auf dem Weg vom Werkstoff zum System sind...

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

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



**Typische Werkstoffe**  
 Verbundwerkstoffe  
 Piezokeramiken  
 Formgedächtnislegierungen

### Spezielle Leistungsmerkmale:

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

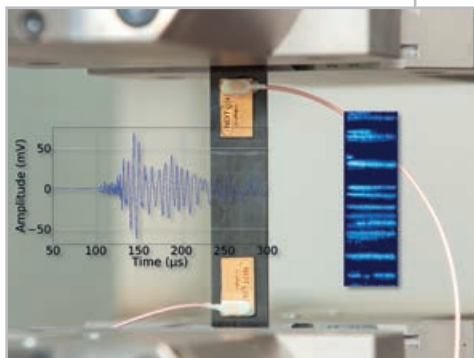
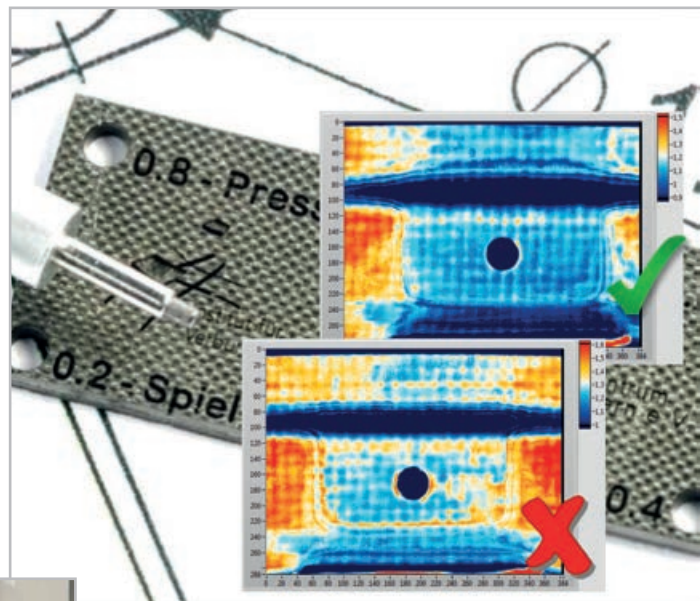


Dr. rer. nat. Martin Gurka | ☎+49 (0)631 2017 -369 | martin.gurka@ivw.uni-kl.de

## Tailored & Smart Composites

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

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



Typical materials  
Composites  
Piezo ceramics  
Shape memory alloys

### TYPICAL QUESTIONS

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

- ▶ the 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

### Special expertise:

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





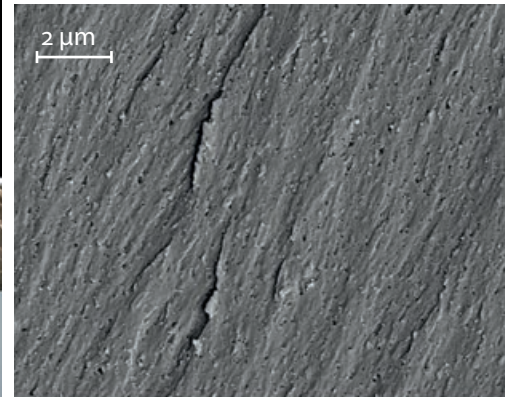
## Tailored Thermosets & Biomaterials



Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Fahrzeugbau	Beschichtungen auf Motor- kolben und Gleitlagern
Luft- & Raumfahrt	Korrosionsschutz
Maschinen- und Anlagenbau	Walzenbezüge Gleitlager
Energietechnik	Barriereigenschaften
Baugewerbe	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

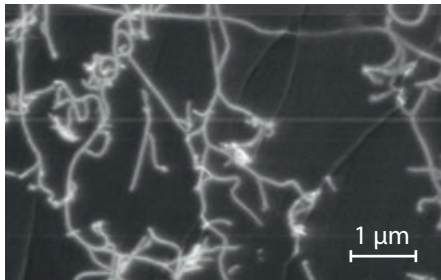


Dr.-Ing. Bernd Wetzel | ☎ +49 (0)631 2017 -119 | bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de

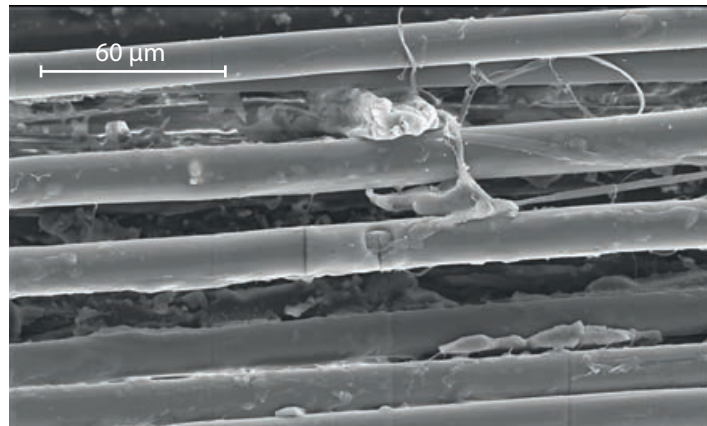


## Tailored Thermosets & Biomaterials

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
Aeronautics & Space	Corrosion protection
Engineering & Systems Engineering	Roller covers Slide bearings
Energy	Barrier coatings
Construction Industry	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-/Verschleiß-

mechanismen 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 Präzisions-sensorik ausgerüsteten Modell- und Bauteilprüfständen und folgen normierten oder der Anwendung angepassten Prüfmethode. 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

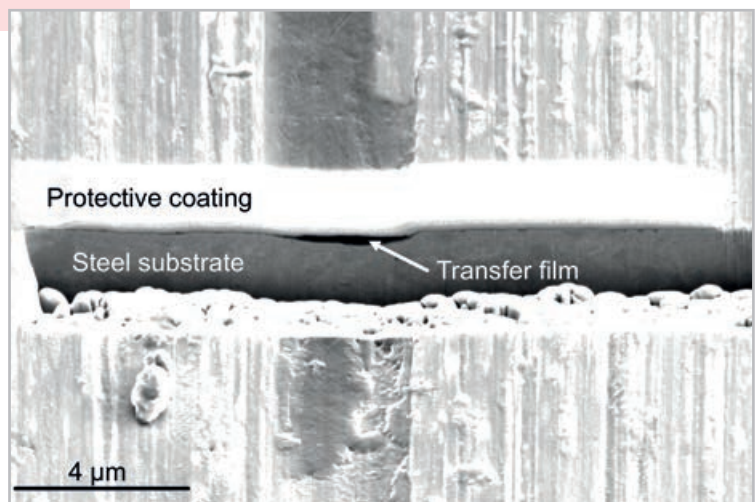
Duroplaste, Thermoplaste, Elastomere  
Glas-, Kohlenstoff-, Aramidfasern  
Mikro- und Nanopartikel, Festschmierstoffe

### 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:

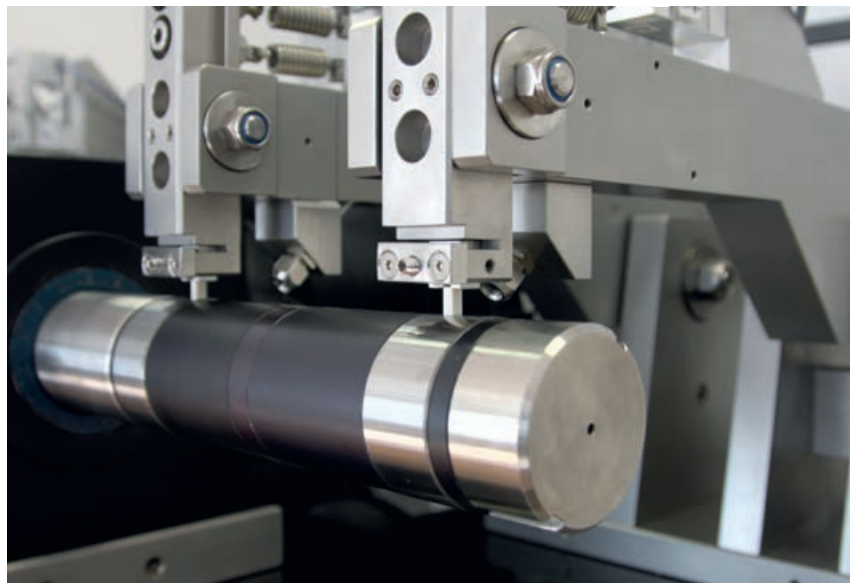
- ▶ Anwendungsorientierte Entwicklung von Verbundwerkstoffen, Herstellungsverfahren, tribologischen Prüftechniken und -methodiken sowie Bauteilprüfung



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

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



## Werkstoffanalytik

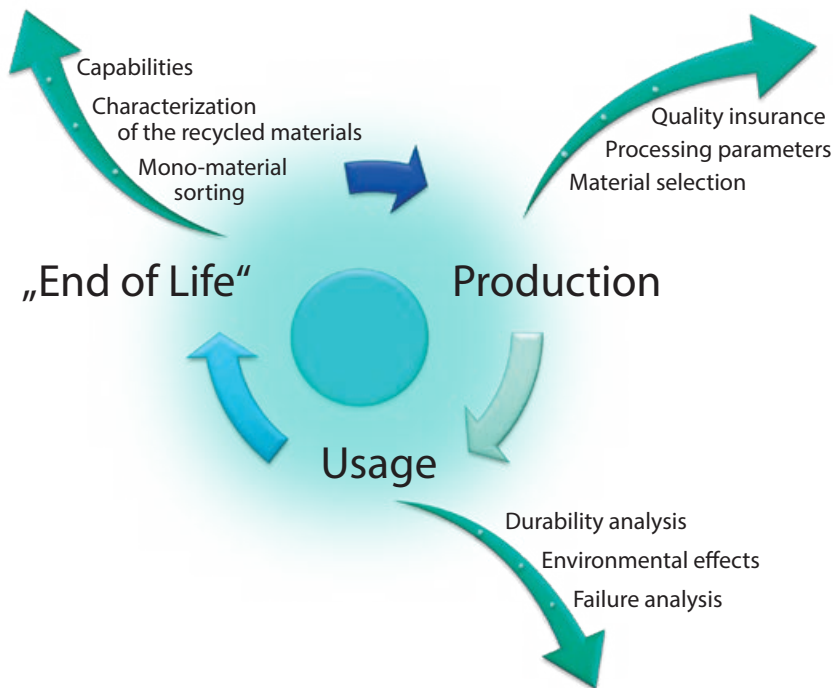


Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- & Raumfahrt	Strukturbauteile & Sekundärstrukturen
Automobilbau	Innen- und Außenbereich
Maschinenbau	Polymere Gleitlager und komplexe Bauteile
Baugewerbe	Faserverstärkter Beton

### 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 Baugewerbe.



### TYPISCHE FRAGEN:

- ▶ Herstellung: Wie finde ich für meine Anwendung und Prozesse die passenden Materialien und deren Prozessparameter?
- ▶ Nutzung: Welche Einflüsse haben Temperatur und Witterung auf die Leistungsfähigkeit meines Materials und wie lang ist dessen Einsatzzeit?
- ▶ „End-of-Life“: Welche recycelten Materialien können wo Anwendung finden?

### 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 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)
Aeronautics & Space	Structural components & secondary structures
Automotive	Interior and exterior
Engineering	Polymeric bearings and complex parts
Construction Industry	Fiber reinforced concrete

### TYPICAL QUESTIONS:

- ▶ *Manufacturing:* How can I find suitable materials and processes for my application?
- ▶ *Usage:* What effects have temperature and weathering on the material's performance and how long can it be used?
- ▶ *"End-of-Life":* Which recycled material can be used in which application?

#### 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

2D | 3D | 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<sup>2)</sup>

Topographie | Energy | Chemistry

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

<sup>2)</sup> 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<sup>1)</sup>

Acoustic | Temperature | Visual

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

<sup>1)</sup> 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



## Bauweisen



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

Der Bereich Bauweisen umfasst die beanspruchungs- und fertigungsgerechte Entwicklung von optimierten Leichtbastrukturen 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

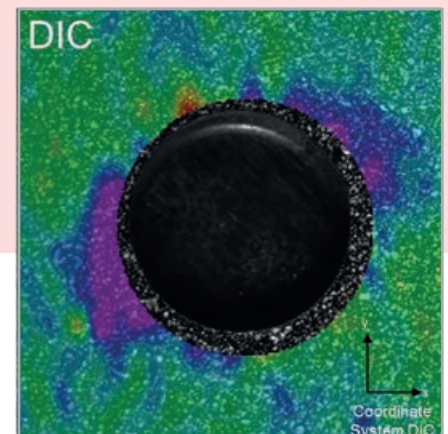
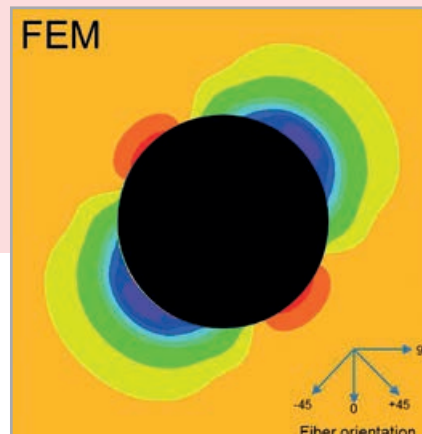
Duroplaste, Thermoplaste

Faserverstärkter Spritzguss

3D-Druck Material

### TYPISCHE FRAGEN:

- ▶ Wie kann die Lasteinleitung in die Endlosfaserverstärkung bei hybriden Bauteilen aus unidirektionaler Faserverstärkung und Spritzguss realisiert werden?
- ▶ Können Holzbauteile mit Hilfe von Faserverbundwerkstoffen signifikant und ökoeffizient verstärkt werden?
- ▶ Haben Simulationen das Potenzial aufwendige Material- und Bauteilprüfungen für Faserkunststoffverbunde ersetzen zu können?



### Spezielle Leistungsmerkmale:

- ▶ Validierung von Konstruktion und Berechnung durch experimentelle Prüfung
- ▶ FE-Einheitszellenmodell zur Steifigkeits- und Festigkeitsvorhersage 3D-verstärkter Laminat
- ▶ 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-Eichmann | ☎ +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)
Aeronautics & Space	Fuselage and tail structures, high lift components
Automotive	Body-in-white and undercarriage structures
Engineering	Highly accelerated machine parts
Sports & Recreation	Bicycle frames
Medical Engineering	X-ray transparent implants, orthoses
Energy	Pressure vessels, rotor shafts

### Typical materials

GFRP

CFRP

Thermosets, thermoplastics

Fiber reinforced injection molding material

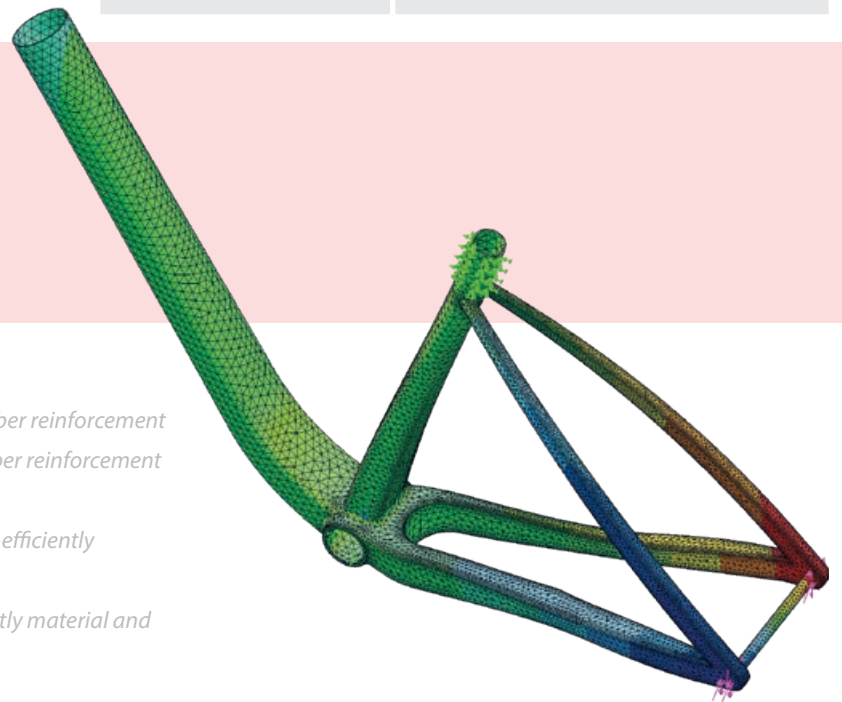
3D-printing material

### TYPICAL QUESTIONS:

- ▶ How can the load transfer into the continuous fiber reinforcement in hybrid components made of unidirectional fiber reinforcement and injection molding be realized?
- ▶ Can wood components be significantly and eco-efficiently reinforced by fiber composites?
- ▶ Do simulations have the potential to replace costly material and component testing for fiber composites?

### 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



## Prozesssimulation

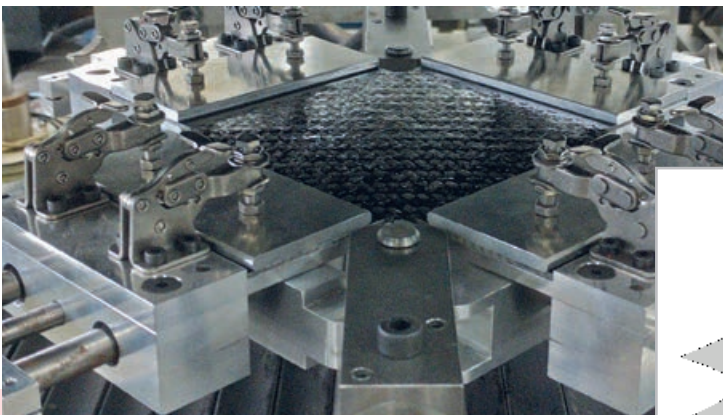


Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- & Raumfahrt	Gehäuse, Stringer und Spanten
Automobilbau	Karosserieteile
Maschinenbau	Hybride Tragstrukturen
Sport & Freizeit	Fahrradsättel
Energie	Rotorblätter

Die Prozesssimulation spielt heutzutage eine immer wichtigere Rolle bei der Herstellung von Verbundwerkstoffen. Sie hilft uns, die angewendeten Prozesse für die Fertigung von Bauteilen aus diesen Werkstoffen besser zu verstehen und zu optimieren. Die Prozesssimulation am IVW konzentriert sich derzeit auf die folgenden vier Schwerpunkte: das Umformen von Organoblechen, Harzinjektionsverfahren, das Fügen thermoplastischer Verbundwerkstoffe mit Hilfe des elektromagnetischen Induktionsverfahrens und die Verarbeitung von Fließ- und Formpressmassen. Die Prozesssimulation beginnt mit der Materialcharakterisierung, einer Methodik zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens, wie z.B. des Deformations- und Fließverhaltens unter den vorliegenden Prozessbedingungen. Die wichtigsten Parameter sind in den meisten Fällen Temperatur, Dehnrage, 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 FRAGEN:

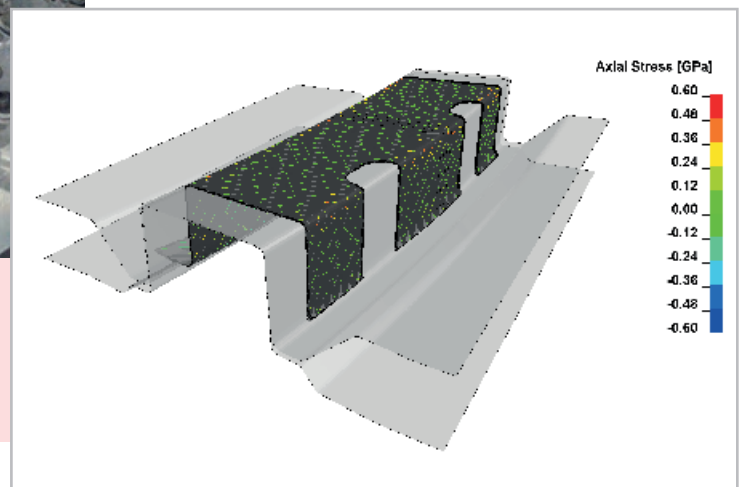
- ▶ Welche Charakterisierungsexperimente sind notwendig, um Thermoformsimulationen von CFRTP-Platten und Tailored Blanks durchzuführen?
- ▶ Welche Simulationsmethoden können zur Simulation des Fließpressens von kurz- und langfaserverstärkten Polymerverbundwerkstoffen eingesetzt werden?
- ▶ Welche Charakterisierungsexperimente sind notwendig, um die Permeabilität eines Verstärkungstextils in alle drei Raumrichtungen zu bestimmen und so die LCM-Füllsimulationen komplexer 3D-Bauteile ermöglichen?



### Typische Werkstoffe

GFK, CFK

Kontinuierlich verstärkte Systeme



### Spezielle Leistungsmerkmale:

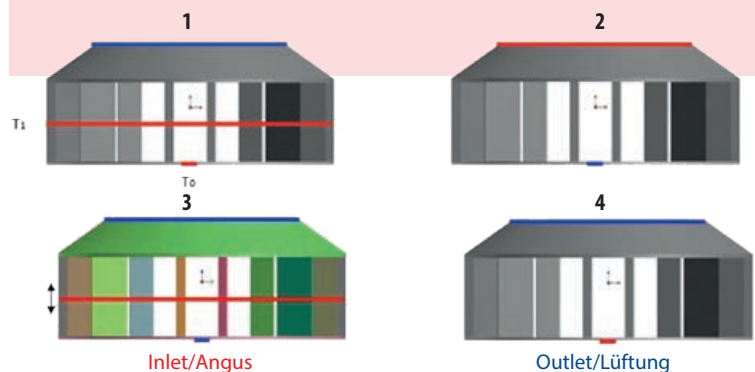
- ▶ Charakterisierung und Finite-Elemente basierte Multi-Physik-Simulation von komplexen Verbundwerkstoff-Fertigungsprozessen

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

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

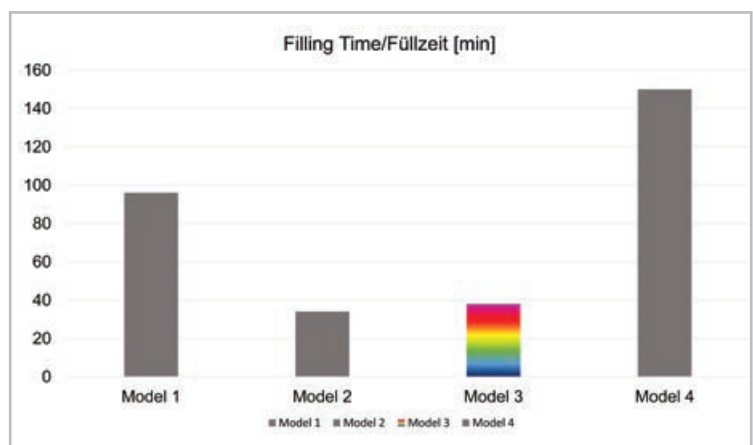
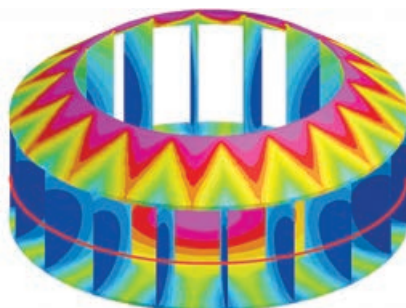
Economic sectors	Applications (examples)
Aeronautics & Space	Casings, stringers and frames
Automotive	Chassis and body panels
Engineering	Hybrid support structures
Sports & Recreation	Bicycle seats
Energy	Rotor blades

**Typical materials**  
 GFRP, CFRP  
 Continuously reinforced systems



### TYPICAL QUESTIONS:

- ▶ Which characterization experiments are necessary for performing thermoforming simulations of CFRTP sheets and tailored blanks?
- ▶ Which simulation methodologies can be used to simulate the compression molding of short and long fiber reinforced polymer composites?
- ▶ Which characterization experiments are necessary to determine the permeability of a reinforcement textile in all three spatial directions allowing LCM filling simulations of complex 3D parts?



### Special expertise:

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



## Crash & Energieabsorption (Modellierung, Simulation und Prüfung)



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

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

### Typische Werkstoffe

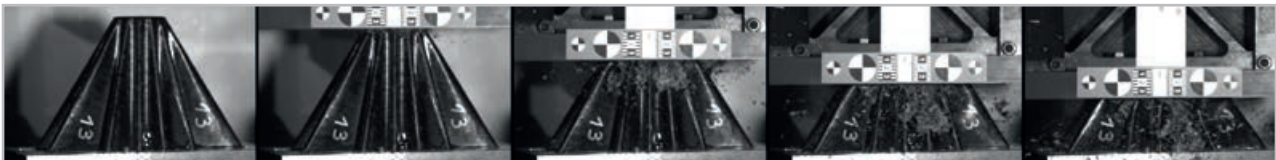
CFK, GFK, AFK

Kontinuierliche und diskontinuierliche Faser-  
verstärkung

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:

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



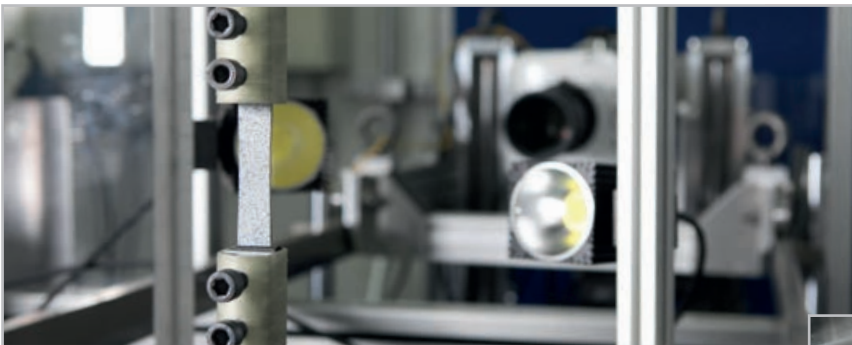
Dr.-Ing. Sebastian Schmeer | ☎ +49 (0)631 2017 -322 | [sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de](mailto:sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de)



## Crash & Energy Absorption (Modeling, Simulation and Testing)

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

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



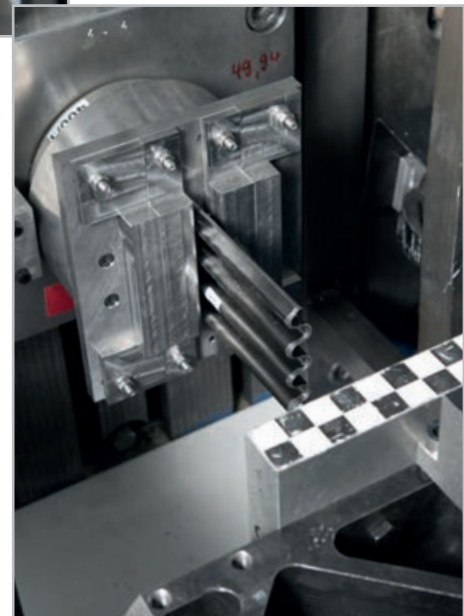
**Typical materials**  
CFRP, GFRP, AFRP  
Continuous and discontinuous fiber reinforcement  
Hybrid materials

### TYPICAL QUESTIONS:


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

### Special expertise:

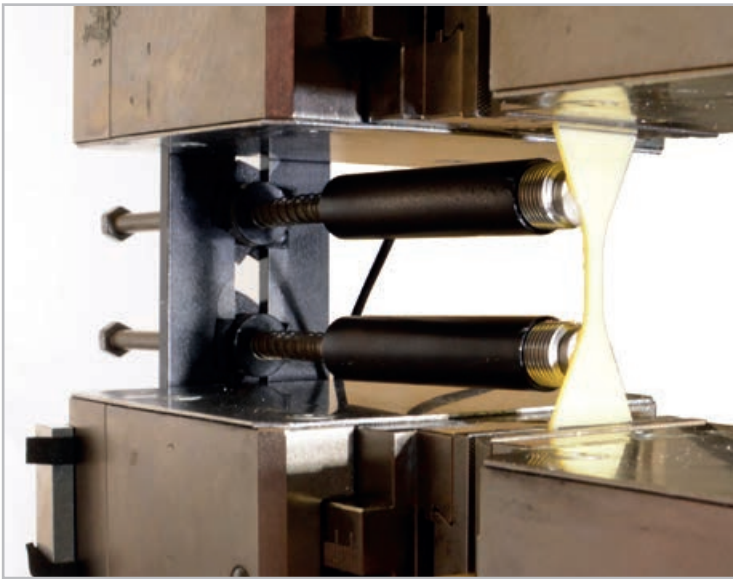
- ▶ Mechanical characterization of materials using modern high performance measurement equipment
- ▶ Validation of FE-models for composites
- ▶ FE-modeling by ABAQUS and LS-Dyna
- ▶ Modern testing equipment and technologies:
  - 2 high speed tension machines: material characterization up to 160 kN testing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



## Ermüdung & Lebensdaueranalyse



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



Im Bereich Ermüdung und Lebensdaueranalyse erfolgt die experimentelle Charakterisierung und Modellierung des Schwingermüdungsverhaltens faserverstärkter Kunststoffe, die Ermittlung von Eingangsgößen für die rechnerische Lebensdaueranalyse (Zeitfestigkeit, Restfestigkeitsabfall und Steifigkeitsdegradation) und Erzeugung linearer und nicht-linearer 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 Prüfmethode 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?

### Typische Werkstoffe

GFK  
CFK  
Kontinuierlich und diskontinuierlich faserverstärkte Kunststoffe

### Spezielle Leistungsmerkmale:

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



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



## Fatigue & Life Time Prediction

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.

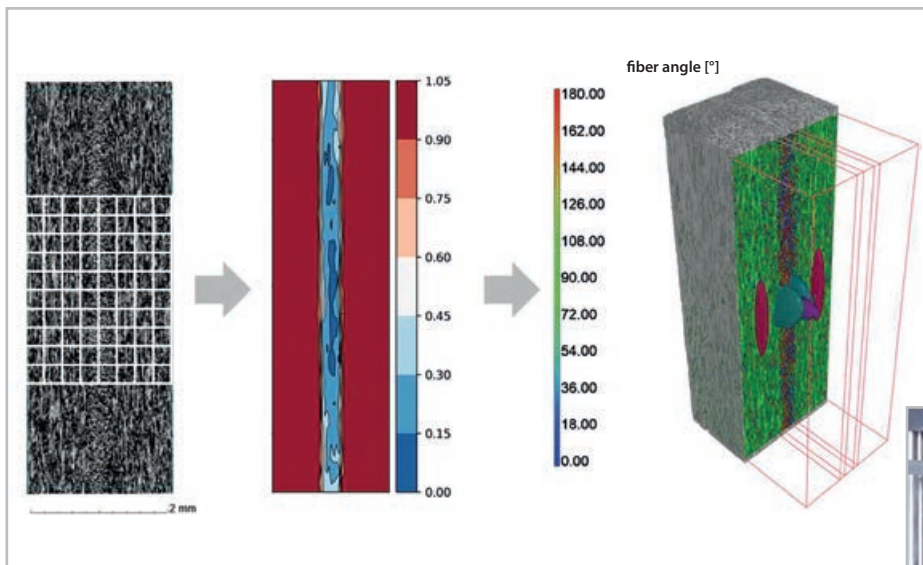
Economic sectors	Applications (examples)
Automotive	Chassis structures
Engineering	Highly accelerated machine parts
Energy	Wind turbine blades, storage systems

### 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 in climate chamber and at elevated temperatures
  - Uni- and multi-axial materials characterization
  - High frequency test rig
  - 3D optical strain and deformation measurement
  - Linking to structural FEA
  - Acoustic emission and thermography measurement equipment



## Press- & Fügetechnologien



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

### TYPISCHE FRAGEN:

- ▶ Welche Oberflächenstrukturierung eignet sich für welchen Schweißprozess?
- ▶ Kann das Induktionsschweißen im Luftfahrtbereich eingesetzt werden?
- ▶ Gibt es noch Weiterentwicklungen beim SMC?

### Typische Werkstoffe

GFK, CFK, NFK, AFK Textilien

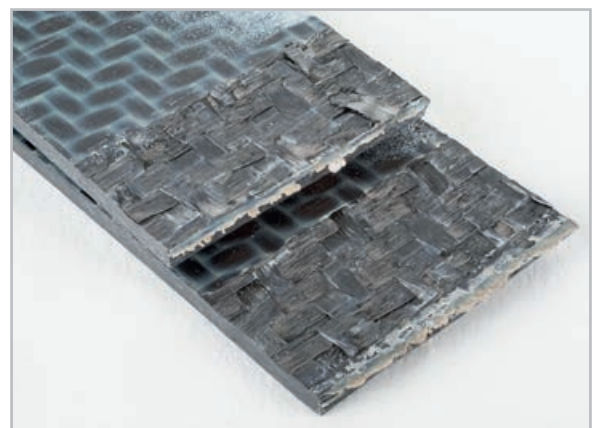
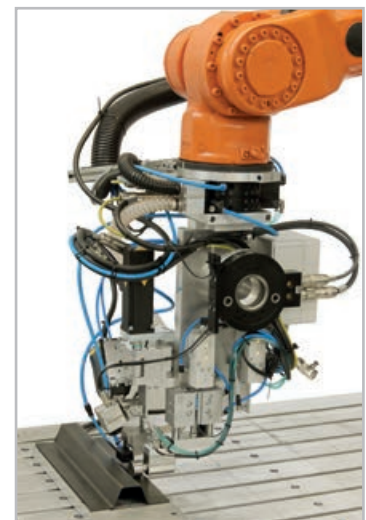
Kombinationen von kontinuierlich und diskontinuierlich verstärkten Systemen

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)
  - Prüfstände zum Induktionsschweißen
- ▶ In-line und off-line Prozesslösungen
- ▶ Abbildung der gesamten Prozesskette

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



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

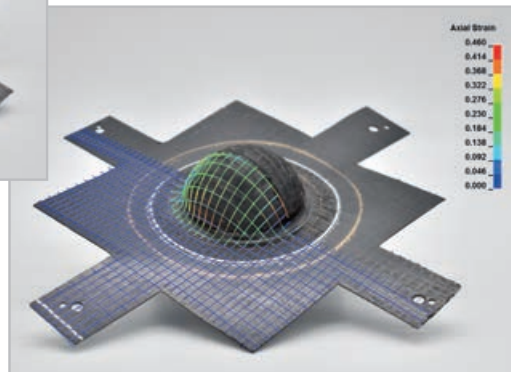
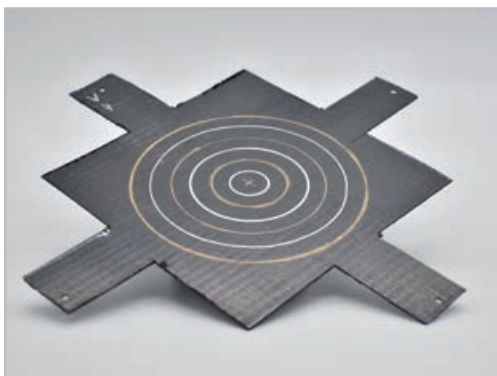
Economic sectors	Applications (examples)
Aeronautics & Space	Boxes, fuselage structures, clips and cleats
Automotive	Body structures, body shells, spoilers and wind deflectors, interior paneling
Engineering	Highly accelerated machine parts, paneling
Medical Engineering / Energy	Various

### 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:

- ▶ Which surface patterning is suitable for which welding process?
- ▶ Can induction welding be used in the aerospace industry?
- ▶ Are there any further developments for SMC?

### Special expertise:

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



## Roving- & Tapeverarbeitung

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

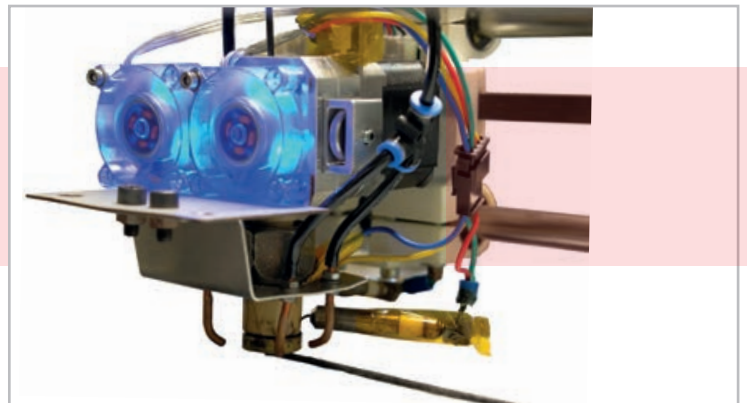
Forschungsziel ist die Neu- und Weiterentwicklung der Herstellverfahren Wickeln, Tapelegen und 3D-Druck mit endlosfaserverstärkten duroplastischen und thermoplastischen Matrizes inklusive Werkzeug und Prozesstechnologie. Forschungsschwerpunkte sind Arbeiten zu Qualitätsmanagement, Prozesssteuerung, Prozessoptimierung 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:

- ▶ Welche schnellhärtenden Harze können beim Wickeln eingesetzt werden?
- ▶ Ist das Wickeln von Prepregs (sog. Towpregs) ein ausgereiftes Verfahren und eine wirtschaftliche Alternative zum Nasswickeln von Wasserstoffhochdruckbehältern?
- ▶ Welche Ablegeraten können beim Tapelegen erreicht werden?

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

### TYPICAL QUESTIONS:

- ▶ Which fast-curing resins can be used during winding?
- ▶ Is the winding of prepregs (so-called towpregs) a mature process and an economical alternative to the wet-winding for hydrogen high-pressure vessels?
- ▶ Which lay-up rates can be achieved with automated tape laying processes?

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

### Typical materials

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



### Special expertise:

- ▶ Industrial scale equipment:
  - 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





## Imprägnier- & Preformtechnologien

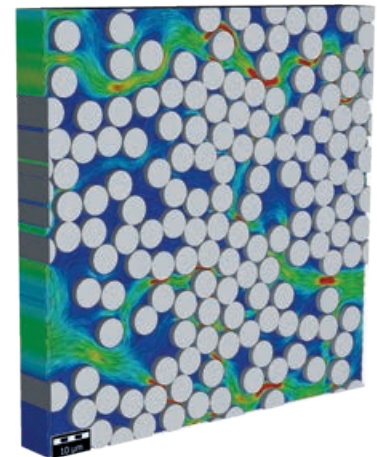
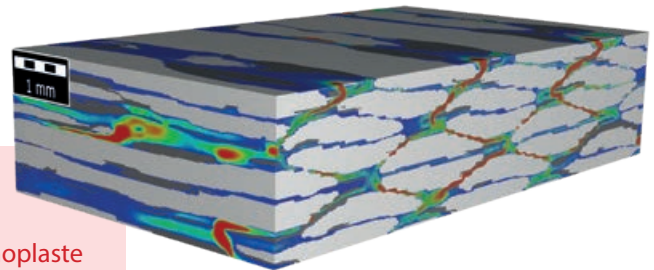
Der Fokus des Kompetenzfeldes liegt auf den Preform-LCM Prozessketten. Bei diesen werden zunächst endkonturgenaue Vorformlinge, sogenannte Preforms, aus Faserhalbzeugen wie Rovings oder Textilien hergestellt. Anschließend erfolgt die Imprägnierung in einem Flüssigimprägnierverfahren (LCM von engl. Liquid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



Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- & Raumfahrt	Rumpfstrukturen
Automobilbau	Karosseriestrukturen, Strukturbauteile
Maschinenbau	Schnell bewegte Maschinenteile, Gehäuse
Sport & Freizeit	Fahrräder, Skier, Boote
Energie	Rotorblätter für Windkraft

### TYPISCHE FRAGEN:

- ▶ Wie kann das Prozessverhalten von Textilien beim Preforming und bei der Imprägnierung bestimmt werden?
- ▶ Welche Strukturparameter bestimmen das Prozessverhalten von Textilien?
- ▶ Wie kann eine schnelle und robuste Imprägnierung sichergestellt werden?



### Typische Werkstoffe

Duroplastische Harzsysteme und in-situ polymerisierende Thermoplaste  
 Glas-/Kohlenstofffaserbasierte Rovings und Textilien, neu und recycelt  
 Duroplastische und thermoplastische Binder- und Prepregmaterialien

### Spezielle Leistungsmerkmale:

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



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

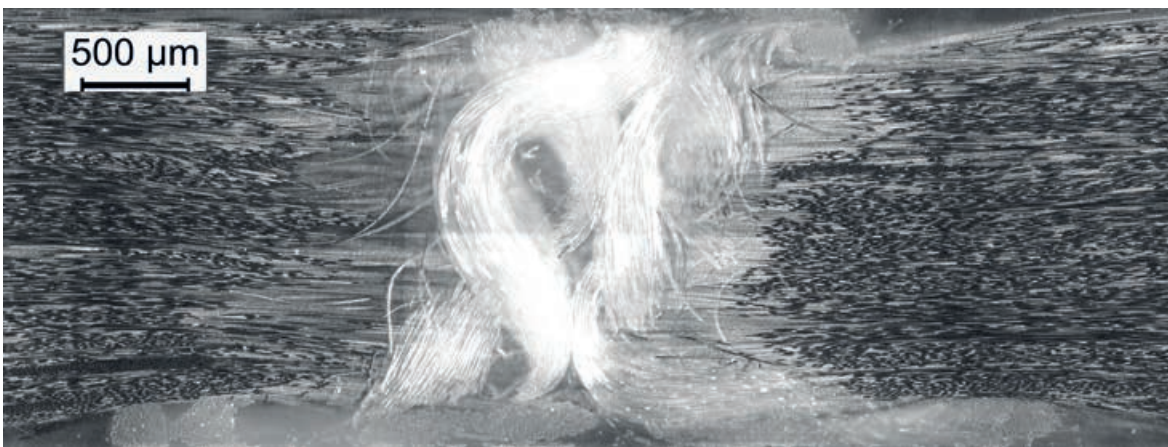
## Impregnation & Preform Technologies

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

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

### TYPICAL QUESTIONS:

- ▶ How to characterize the processing behavior of textiles during preforming and impregnation?
- ▶ Which structural parameters determine the processing behavior?
- ▶ How to achieve fast and robust impregnation?



### Special expertise:

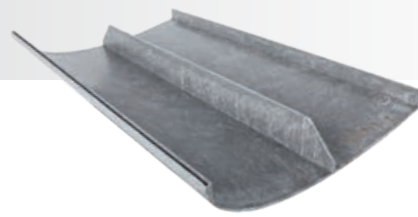
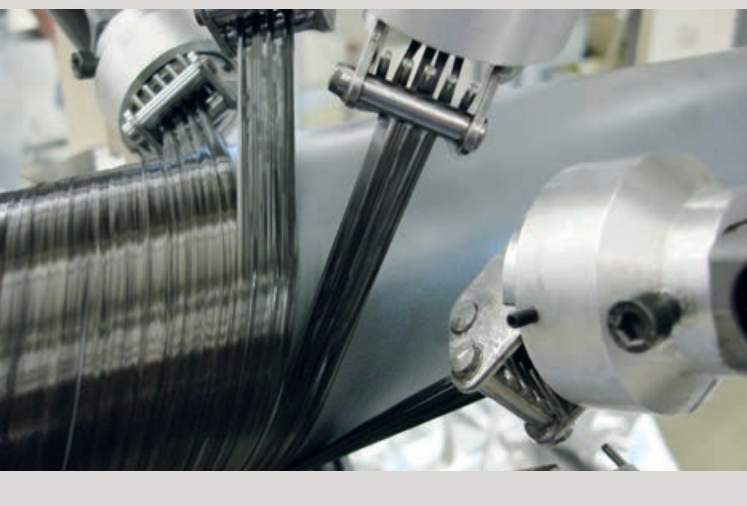
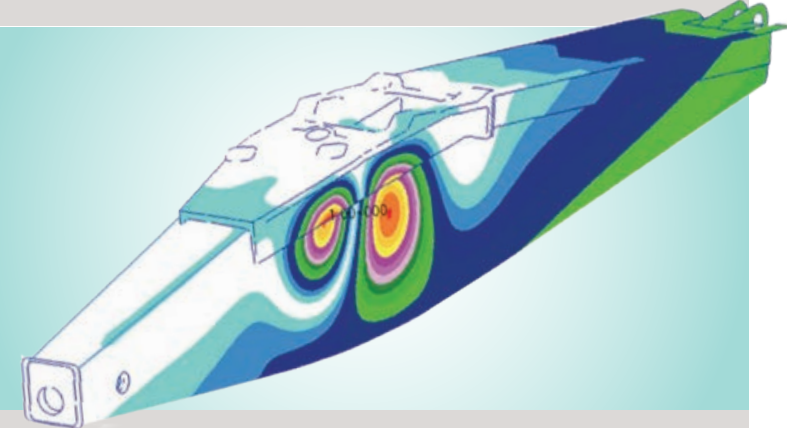
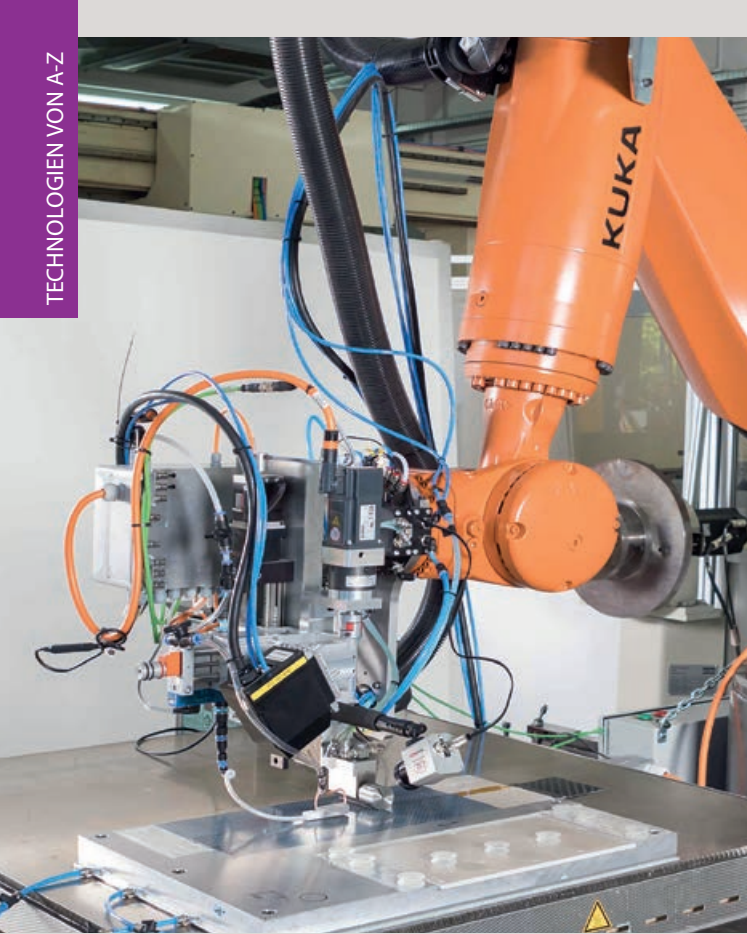
- ▶ Continuous Profile Preforming
- ▶ Programmable sewing machines with real-time process control
- ▶ Dry Fiber Placement
- ▶ SPS-controlled infusion systems
- ▶ Technology carrier tool with extensive sensor equipment
- ▶ Autoclave technology
- ▶ Patented permeability measurement systems
- ▶ GeoDict® - software for material simulation
- ▶ Development of production concepts

### Typical materials

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

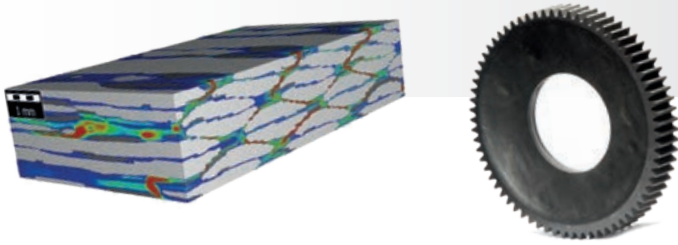






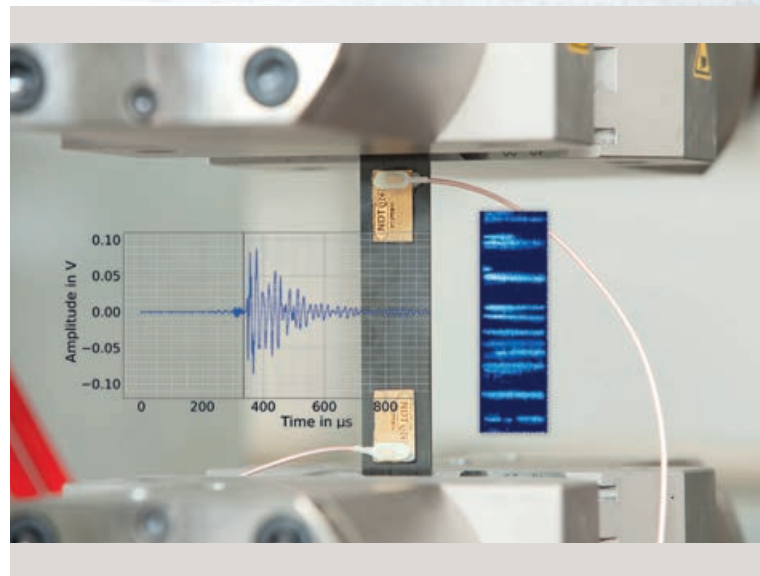
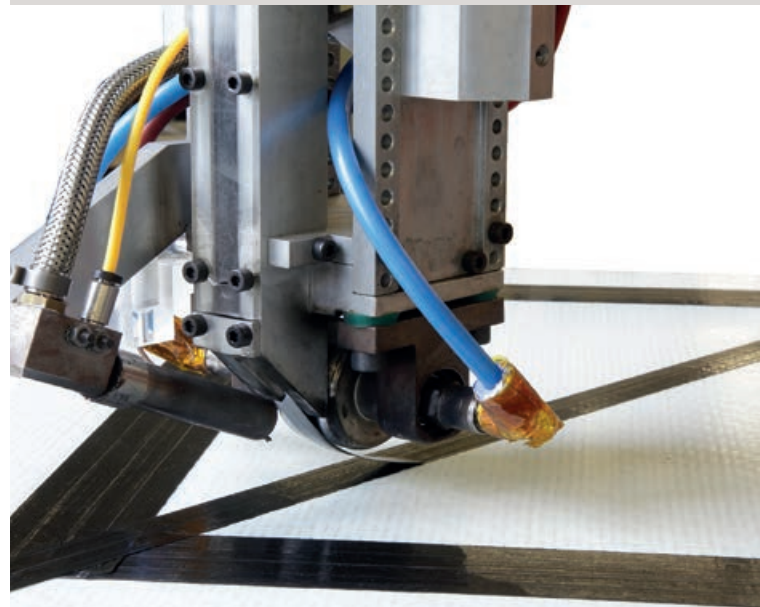
Das IVW entwickelt Komposite in großer Breite und Tiefe

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



The institute develops composites for a wide variety of applications

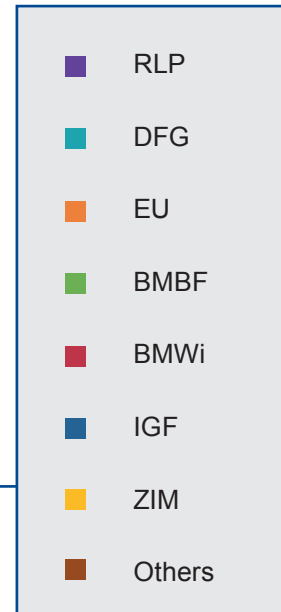
- Component Control
- Component Testing
- Compounding / Blends
- Design
- Development of Semi-Finished Materials
- Failure Behavior
- Fatigue Analysis
- Filament Winding & Simulation
- Film Extrusion
- Forming Technology & Simulation
- Functionalized Matrix Systems
- Hybrid Materials & Structures
- Hybrid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



Im Jahr 2019 wurden am Institut insgesamt 198 Projekte bearbeitet.

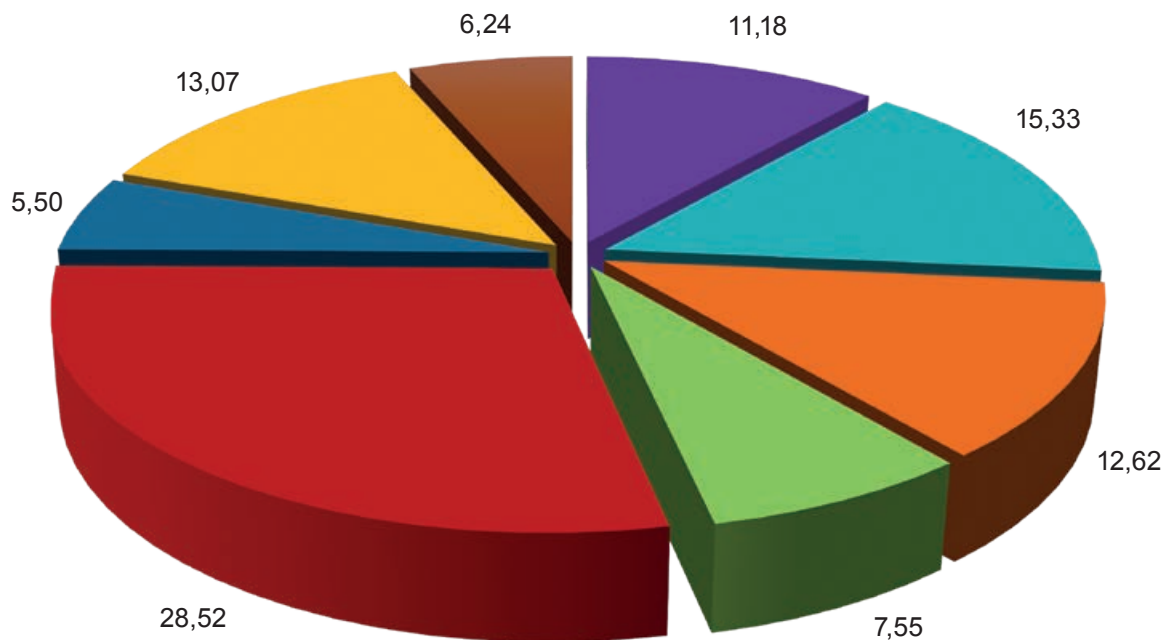
53 Projekte wurden von öffentlichen Drittmittelgebern wie dem Land Rheinland-Pfalz (RLP), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der Europäischen Union (EU), dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), dem Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) u.a. unterstützt. Bei 145 Projekten handelte es sich um bilaterale Forschungsprojekte mit industriellen Partnern. Diese bilateralen Forschungsprojekte wurden am stärksten im 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 %)**



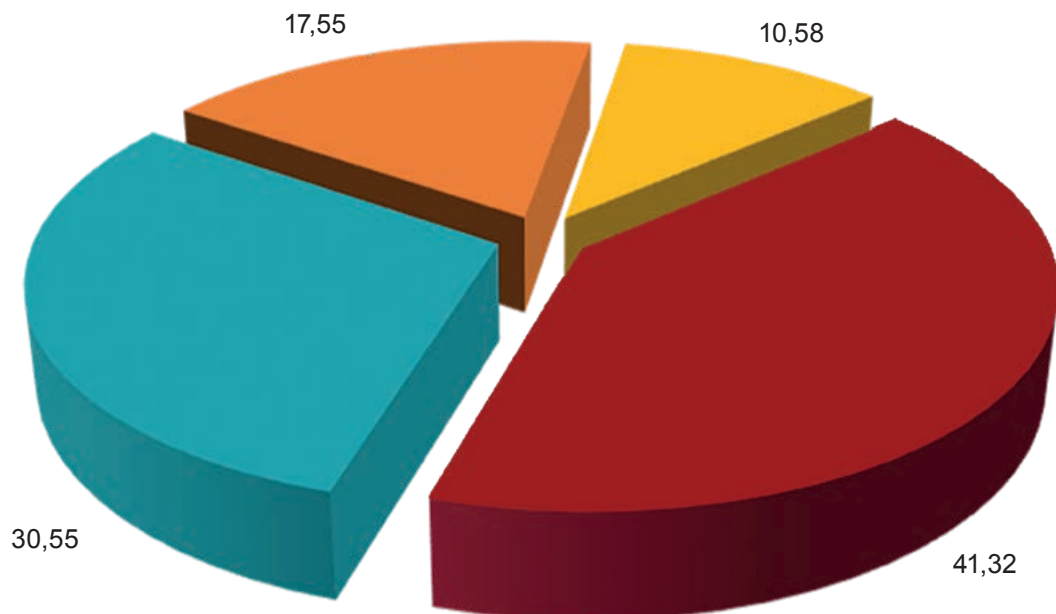


In 2019 a total of 198 projects were processed. 53 projects were funded by public funding agencies such as the State of Rhineland-Palatinate (RLP), the German Research Foundation (DFG), the European Union (EU), the Federal Ministry of Education and Research (BMBF), the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), the Central Innovation Programme for SME's (ZIM), etc. 145 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.

- Maschinenbau / Engineering
- Automobil / Automotive
- Luft- und Raumfahrt / Aerospace
- Sonstige / Others

**Industrieerlöse nach Branche (in %)**  
**Industrial revenues by sector (in %)**



## AbsorpAdhesive – Dämpfungsverhalten geklebter Kunststoff-Verbindungen



Torsten Heydt

Schwingungen sind in der technischen Welt allgegenwärtig, je nach System sind diese erwünscht oder nicht. In beiden Fällen muss das technische System auf diesen Belastungsfall ausgelegt werden. Hierbei ist einerseits die Steifigkeit des Systems für die Eigenfrequenz ausschlaggebend und andererseits das Dämpfungsverhalten für die Dauer des Ausschwingvorgangs bei freien Schwingungen und für die Vergrößerung der Anregung bei erregten Schwingungen. Die Berechnung der Steifigkeitskennwerte von Faser-Kunststoff-Verbunden ist hinreichend erforscht, hingegen gibt es für die Berechnung der

Dämpfungseigenschaften noch kein etabliertes Modell. Oftmals ist die Bestimmung dieser Eigenschaften nur mit hohem experimentellem Aufwand möglich. Der Aufwand wird zudem erhöht, wenn zusätzlich zu FKV-Profilen auch geklebte Strukturen aus FKV-Profilen untersucht werden. Um hierbei den experimentellen Aufwand zu verringern und die dynamische Auslegung von geklebten FKV-Profilen zu vereinfachen, werden in diesem Projekt die Dämpfungseigenschaften dieser Strukturen weiter untersucht.

Ziel des Projektes ist es, die dynamische Auslegung zu vereinfachen und hierbei die Dämpfungseigenschaften zu berücksichtigen. Es soll ein Modellansatz gefunden werden, der die Materialeigenschaften hinreichend genau erfasst und somit die Auslegung solcher Strukturen vereinfacht.

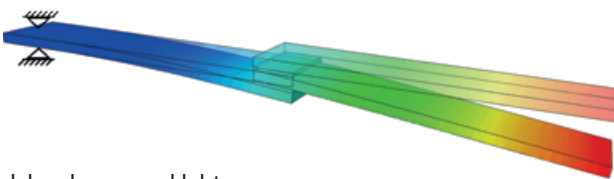


### Projektpartner / Partners:

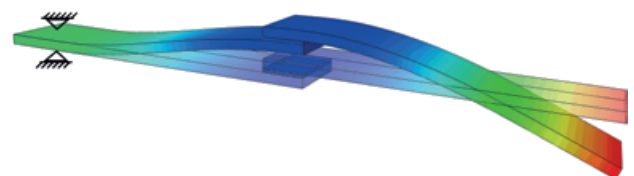
iMAD – Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik, Technische Universität Kaiserslautern  
SKZ – Das Kunststoff-Zentrum, Würzburg



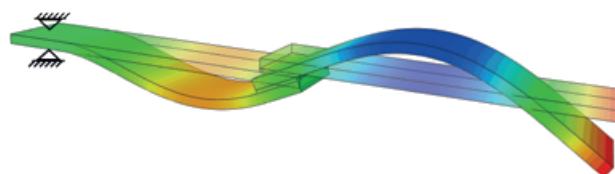
Mode 1  
 $f = 73 \text{ Hz}$



Mode 3  
 $f = 435 \text{ Hz}$



Mode 5  
 $f = 1240 \text{ Hz}$



Modalanalyse an geklebten  
glasfaserverstärkten  
Pultrusionsprofilen

*Modal analysis of a  
bonded glass fiber reinforced  
pultruded profile*

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

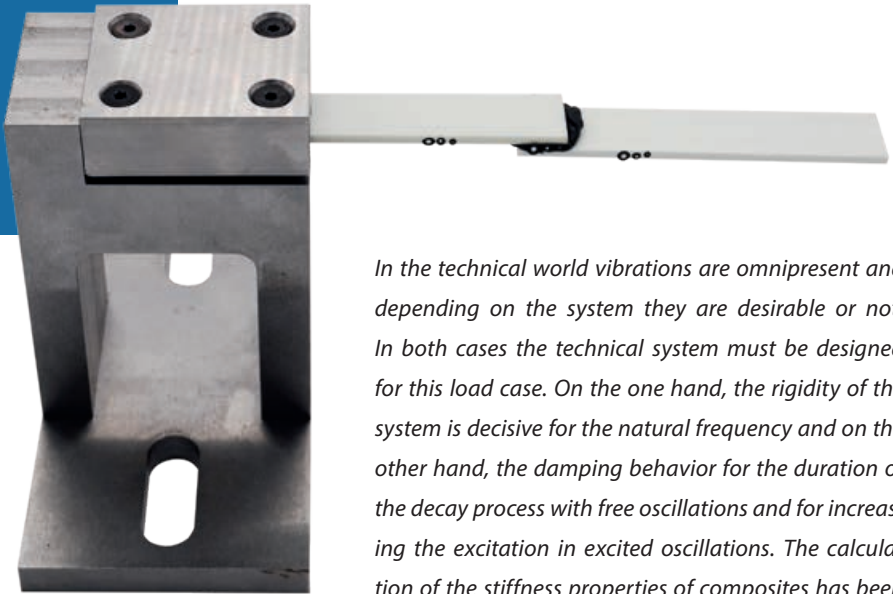
Versuchsaufbau zur Modalanalyse

Experimental set-up for modal analysis

Supported by:



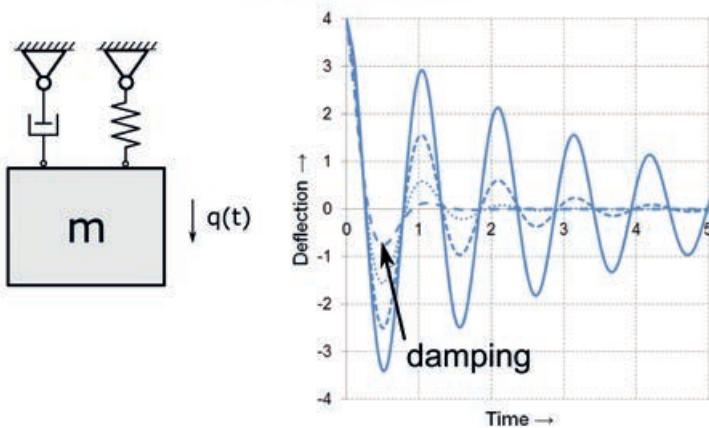
on the basis of a decision by the German Bundestag



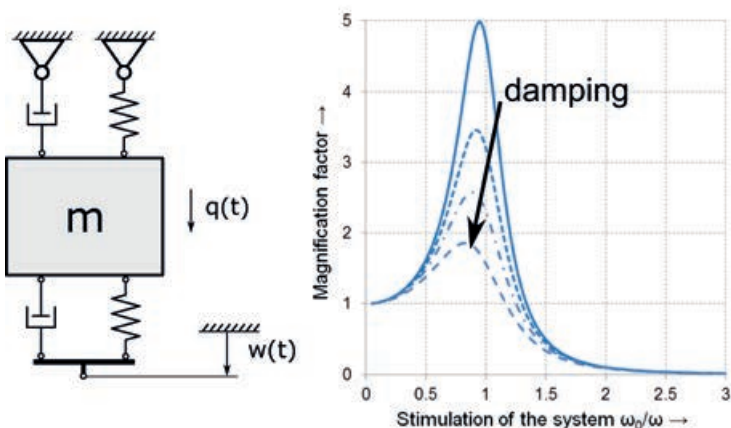
In the technical world vibrations are omnipresent and depending on the system they are desirable or not. In both cases the technical system must be designed for this load case. On the one hand, the rigidity of the system is decisive for the natural frequency and on the other hand, the damping behavior for the duration of the decay process with free oscillations and for increasing the excitation in excited oscillations. The calculation of the stiffness properties of composites has been sufficiently researched; however, there is still no established model for calculating the damping properties. The determination of these properties is often possible with high experimental effort only. The effort is also increased if, in addition to FRP profiles, bonded structures made of FRP profiles are examined. In order to reduce the experimental effort and to simplify the dynamic design of bonded FRP profiles, this project further investigates the damping properties of these structures.

The aim of the project is to simplify the dynamic design and to take into account the damping properties. A model approach is to be found, which captures the material properties sufficiently and, therefore, simplifies the design of such structures.

### Free oscillations



### Excited oscillations



Einfluss der Dämpfung auf die Oszillation der Struktur

Influence of damping on oscillating structures

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

## AIRPOXY – Einführung einer neuen Familie von Faserkunststoffverbunden



Stefan Weidmann

Ziel des EU-Projektes **AIRPOXY** – „Thermoform-Able repairable and bondable smaRt ePOXY based composites for aero structures“ ist es, die Produktions-, Reparatur- und Betriebskosten von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) zu senken und als Matrixmaterial für FKV zu etablieren. In der Projektlaufzeit von September 2018 bis März 2022 soll durch die Entwicklung

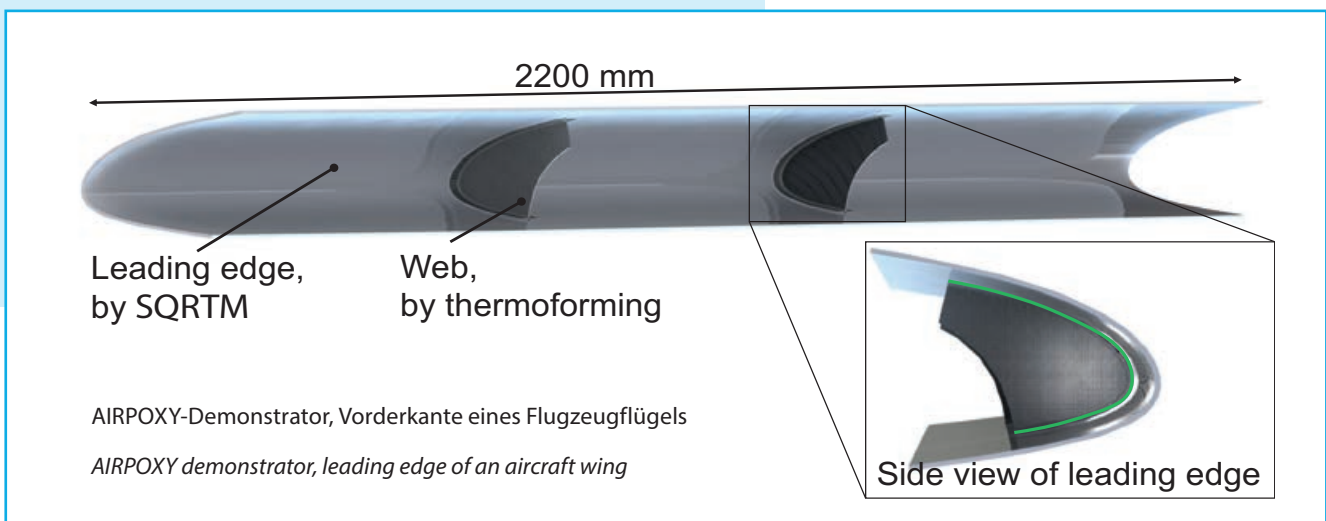
einer neuen Familie verbesserter FKV auf Basis von Vitrimeren deren Herstellbarkeit und Verarbeitbarkeit revolutioniert werden. Zum Einsatz kommt ein neuartiges epoxidharzbasiertes Matrixsystem mit den Eigenschaften von Vitrimerkunststoffen. Diese verhalten sich nach dem Vernetzen ähnlich wie Duroplaste und bilden zwischen den Polymerketten chemische Bindungen. Die Besonderheit ist, dass sich die chemischen Bindungen oberhalb der Glasübergangstemperatur ( $T_g$ ) lösen und beim Abkühlen neu vernetzen. Dieser Effekt erlaubt die Herstellung von Bauteilen, die bei Raumtemperatur die mechanischen Vorteile von Duroplasten aufweisen und ca. 50 °C oberhalb der  $T_g$  innerhalb kurzer Taktzeiten, z. B. im Thermoformverfahren, verarbeitet werden können.

Am IVW wird im Rahmen des Projektes aktuell das Thermoformen, die Halbzeugherstellung und induktive Schweißbarkeit der Vitrimer-FKV untersucht. Weiterhin werden auch angepasste Reparaturkonzepte untersucht. Die entwickelten Technologien werden durch Demonstratorbauteile aus der Luftfahrt validiert.



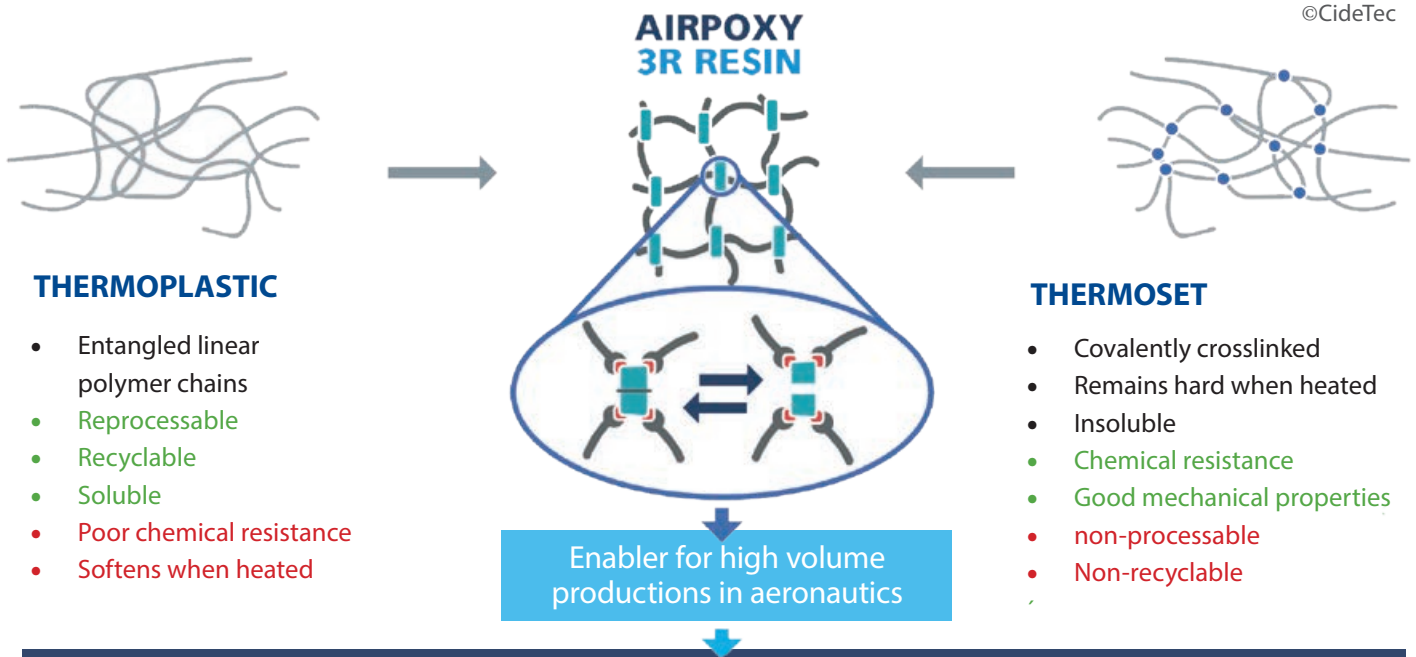
### Projektpartner / Partners:

- Altair Engineering France SARL
- ARTTIC – a PNO international management services company
- CIDETEC – (Kordinator / Coordinator)
- Coexpair S.A.
- Composite & Smart Materials Laboratory/University of Ioannina
- ÉireComposites Teoranta
- EURECAT
- IDEC – Ingeniería y Desarrollos en Composite S.L.
- Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
- SONACA – Société Nationale de Construction Aérospatiale S.A.
- UNE – Asociación Española de Normalización



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

Thermoplastic vs thermoset vs AIRPOXYs vitrimer polymer



©CideTec

AERONAUTICS

AIRPOXY – Introduction of a New Family of Fiber Reinforced Polymer Composites

Short cycle times · New repair concepts · Welding · Transport at room temperature · Recycling

The aim of the EU funded project **AIRPOXY** – “ThermoformAble, repairable and bondable smaRt ePOXY based composites for aero structures” is to reduce the production, repair and operating costs of fiber-reinforced polymer composites (FRPC) and establish vitrimers as a matrix material for FRPC. During the project period from September 2018 to March 2022, the development of a new family of improved FRPC based on vitrimers will revolutionize their manufacturability and processability. An innovative epoxy resin-based matrix system with the properties of vitrimer polymers will be used. After crosslinking, these behave similarly to thermosets and form chemical bonds between the polymer chains. The special feature is that the chemical bonds dissolve above glass-transition temperature ( $T_g$ ) and re-crosslink during cooling. This effect allows the production of components that provide the mechanical advantages of thermosets at room temperature and can be processed at approx.  $50^\circ\text{C}$  above  $T_g$  within short cycle times, e.g. by thermoforming.

Currently, in addition to thermoforming, IVW is investigating the production of semi-finished parts and induction welding of vitrimer FRPC. Furthermore, adapted repair concepts are being examined. The developed technologies will be validated by demonstrator components for aviation industries.



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



## Arbeitskreisleitung „Endlosfaserverstärkte Thermoplaste im Automobilbereich“



Sebastian Schmeer



David Scheliga



Florian Mischo

Endlosfaserverstärkte Thermoplaste (cFRTP) zeichnen sich durch ein enormes Leichtbaupotential aus und sind aufgrund der Eigenschaften für einen Großserieneinsatz z.B. in der Automobilindustrie prädestiniert. Ein Hemmnis zur Anwendung von cFRTP stellt jedoch das Fehlen vollständig vergleichbarer und effizient ermittelter Werkstoffkennwerte dar.

Vor diesem Hintergrund entwickelt der AVK Arbeitskreis „endlosfaserverstärkte Thermoplaste“ seit seiner Gründung im Juni 2015 eine Standardisierungsstrategie für cFRTP (Organobleche und Tapes). Daraus sind bisher unter anderem ein neu entwickelter Probekörper zur Bestimmung der Zugeigenschaften sowie ein kompletter Prüfplan hervorgegangen, der den zu einer Charakterisierung notwendigen Satz an Werkstoffkennwerten, Prüfbedingungen sowie Prüfmethoden einheitlich definiert.

Auf Basis dieses Prüfplans ist die Werkstoffklasse der cFRTP auch in die CAMPUS-Datenbank aufgenommen worden. Dort sind definierte Kennwerte und

Kurvendaten verschiedener Hersteller seit Oktober 2019 öffentlich zugänglich und abrufbar. Die CAMPUS Datenbank wird seit über 30 Jahren von weltweit führenden Kunststoffproduzenten und deren Kunden genutzt, bot jedoch bisher nur Daten von spritzgießbaren Thermoplasten an. Die Erweiterung um die neue Werkstoffklasse stellt also einen Meilenstein für die Verbreitung und die Digitalisierung von cFRTP dar.

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

Definierter Prüfplan als Basis für die CAMPUS-Datenbank

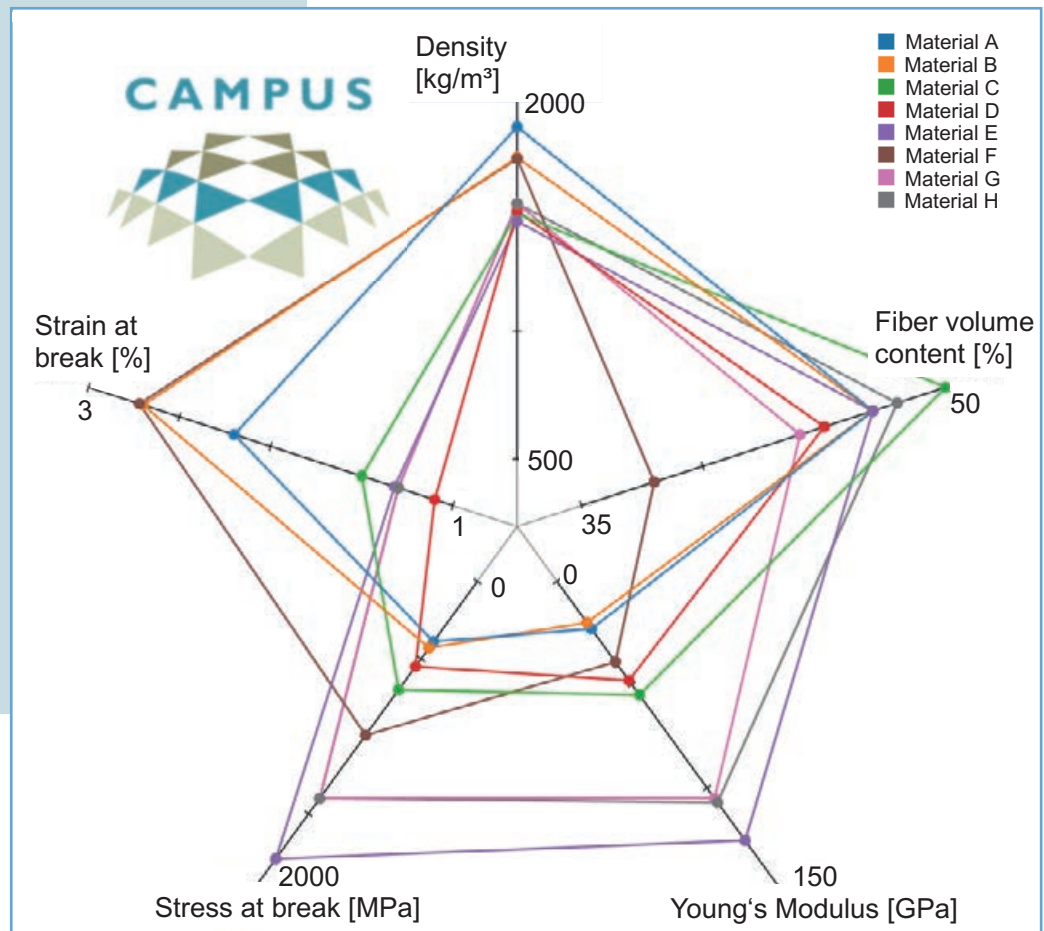
*Defined test plan as basis for CAMPUS database*

	Material properties		Testing condition			Standard
			-40°C	23°C	85°C	
General properties	Thickness	dry		✓		
	ρ	dry		✓		ISO 1183-1; ISO 1183-2; ISO 1183-3
		cond.		✓		
	φ (or V <sub>f</sub> )	dry		✓		ISO 11667
Tensile Properties	E <sub>1</sub>	dry	✓	✓		ISO 527-4; ISO 527-5
		cond.		✓	✓	
	R <sub>t1</sub>	dry	✓	✓		ISO 527-4; ISO 527-5
		cond.		✓	✓	
	E <sub>2</sub>	dry	✓	✓		ISO 527-4; ISO 527-5
		cond.		✓	✓	
R <sub>t2</sub>	dry	✓	✓		ISO 527-4; ISO 527-5	
	cond.		✓	✓		
v <sub>12</sub> (or v <sub>21</sub> )	dry		✓		ISO 527-4; ISO 527-5	
Shear Properties	G <sub>12</sub>	dry	✓	✓		ISO 14129
		cond.		✓	✓	
	R <sub>12</sub>	dry	✓	✓		ISO 14129
Thermal Properties	α <sub>T1</sub>	dry		✓		ISO 11359-2
		dry		✓		ISO 11359-2
	T <sub>m</sub> /T <sub>g</sub>	dry		✓		DIN EN ISO 11357-2/3
	Heat deflect. temperature	dry		✓		ISO 75-3
		dry		✓		

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

Spinnendiagramm  
als Möglichkeit des  
Werkstoffvergleichs in  
CAMPUS

Spider chart as possibility  
for material comparison in  
CAMPUS



Continuous fiber reinforced thermoplastics (cFRTP) are characterized by their enormous lightweight potential and are predestined for large-scale series (e.g. in the automobile industry) due to their material properties. The lack of comparable and efficiently determined material properties is, however, an obstacle for the application of cFRTP.

Against this background, the AVK expert task force "continuous fiber reinforced thermoplastics" is developing a standardization strategy for cFRTP (organo sheets and tapes) since its founding in June 2015. So far, a newly developed tensile specimen geometry as well as a complete test plan have emerged from this strategy. The test plan consistently defines the minimal set of necessary material properties, test conditions and test methods.

Based on this test plan, the cFRTP material class was included in the CAMPUS material database. In this database, the defined material properties and curve data of different material manufacturers are publicly

accessible and downloadable since October 2019. The CAMPUS material database has been used by world-leading manufacturers and their customers for over 30 years. Until now only material data of injection molding materials was available in the database. Therefore, the enlargement of CAMPUS by the new material class represents a milestone for the spreading and digitalization of cFRTP.

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

## Auslegung spritzgegossener Kunststoffzahnräder



Stefan Schmidt

Kunststoffzahnäder weisen gegenüber metallischen Zahnädern diverse Vorteile wie geringeres Gewicht, Trockenlauffähigkeit oder eine Eignung zur kostengünstigeren Massenproduktion auf. Allerdings müssen die Nachteile der ungünstigeren mechanischen und thermischen Eigenschaften sowie der geringeren Geometriegenauigkeit durch konstruktive Maßnahmen kompensiert werden. Aktuell vorliegende Auslegungsmethoden weisen aber nur eine stark

begrenzte Anwendbarkeit auf, da sie diverse kunststoffspezifische Eigenschaften (z.B. Viskoelastizität oder Schädigungsmechanismen) nicht berücksichtigen. Daher wird in diesem Projekt ein multiphysikalischer Modellierungsansatz erarbeitet und experimentell validiert, aus dem sich praktisch anwendbare Berechnungs- bzw. Auslegungsmethoden entwickeln lassen. Aktuelle Arbeiten am IVW beschäftigen sich mit der tribologischen und mechanischen Werkstoffcharakterisierung von kurzglasfaserverstärkten Thermoplasten sowie der Analyse der Faserorientierungsverteilung in Zahnädern als Input-Parameter für den zusammen mit dem Lehrstuhl für Maschinenelemente und Getriebetechnik der Technischen Universität Kaiserslautern entwickelten Modellierungsansatz.



Emmanuel I. Akpan



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

### Projektpartner / Partners:

FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.

MEGT Lehrstuhl für Maschinenelemente und Getriebetechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

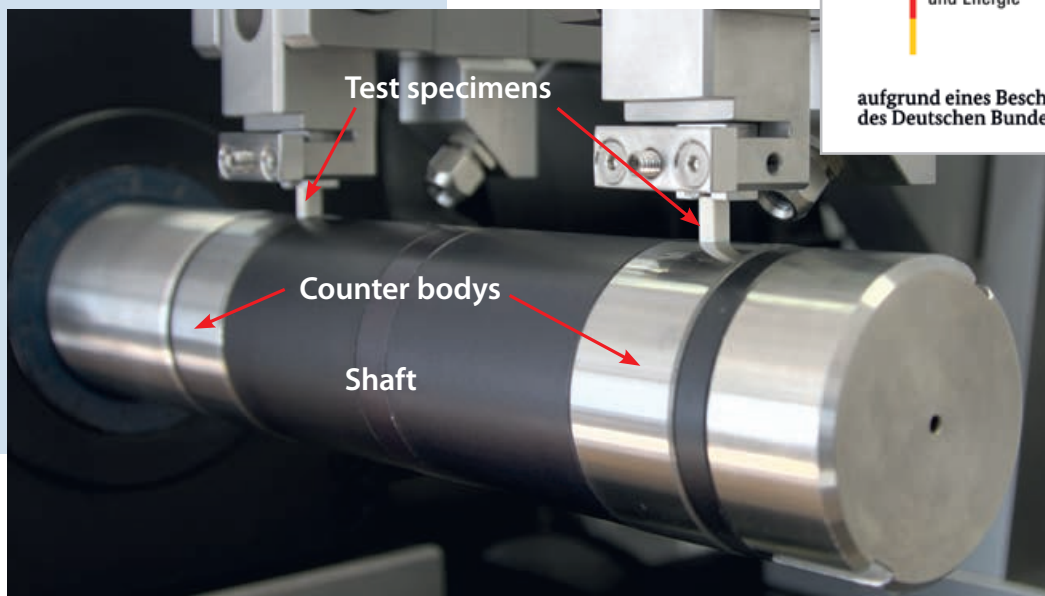
### Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Block-auf-Ring Prüfstand zur tribologischen Werkstoffprüfung

*Block on ring test bench for tribological material characterization*

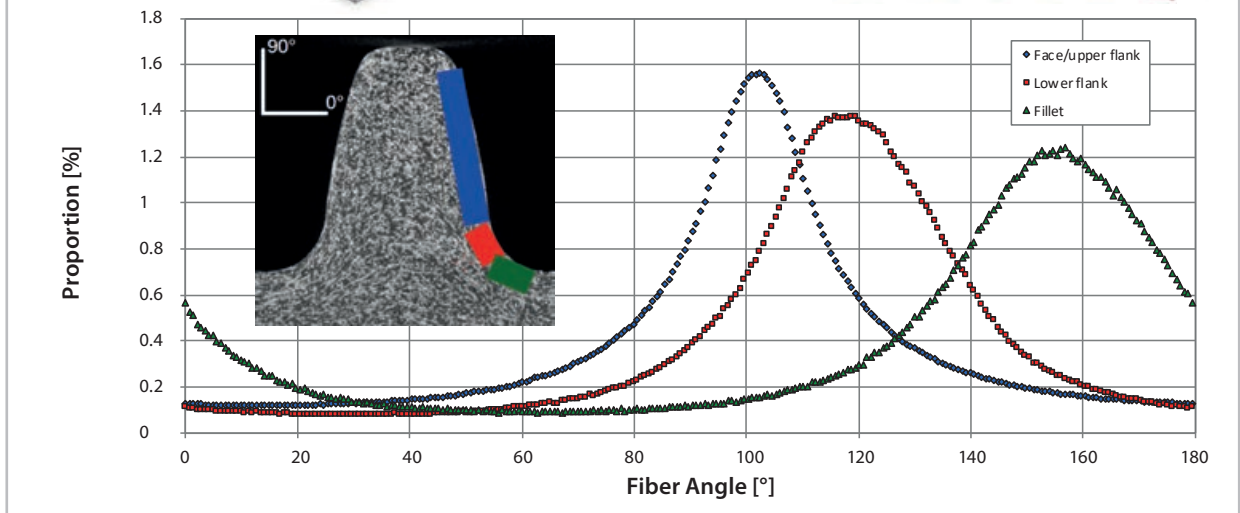
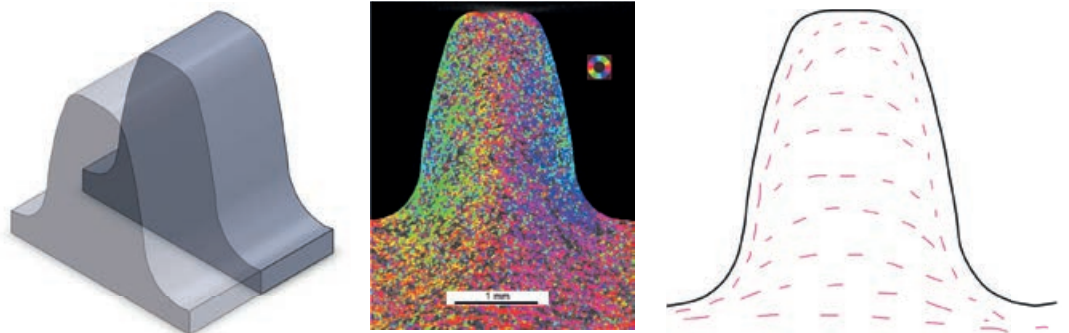


Das Projekt „Auslegung spritzgegossener Kunststoffzahnäder“ wird im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20379 N).

Faserorientierungsanalyse von Computertomographie-Aufnahmen (CT) des Kunststoffzahnrades  
 oben: Qualitative Übersicht samt Abstraktion der Faservorzugsrichtungen  
 unten: Quantitative Auswertung der Faserwinkelanteile in verschiedenen Zonen des Zahnrads

*Fiber orientation analysis of a plastic gear using computer tomography scans (CT)  
 above: Qualitative overview and abstraction of fiber directions  
 below: Quantitative analysis of fiber angle proportions in different zones of the gear*

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



Plastic gears show several advantages compared to metallic gears such as lower weight, dry run capability or the potential for cost-effective mass production. However, disadvantages such as inferior mechanical and thermal properties and less geometrical precision need to be compensated by constructive means. Present design methods have a very limited applicability, since several plastic specific properties such as viscoelasticity or damage mechanisms are neglected. Therefore, in this project a multi physical modelling approach is carried out and experimentally validated, which should be used as a basis for applicable design methods. Current works at IVW focus on the tribologi-

cal and mechanical material characterization of short glass fiber reinforced thermoplastics and the analysis of fiber orientation in gears as input parameters for the modeling approach developed jointly with the Institute of Machine Elements, Gears, and Transmissions at the Technical University Kaiserslautern.

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

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



## BFKcraft – Basaltfaserlamellen für die statische Gebäudesanierung



Emmanuel I. Akpan

Lamellen aus Verbundwerkstoff mit Kohlenstofffasern (CFK) werden zur Verstärkung von Gebäudestrukturen bei statischen Sanierungsmaßnahmen eingesetzt. Diese Lamellen haben einen Anteil an Kohlenstofffasern von ca. 70 %. Der mit Kohlenstofffasern verbundene Aufwand an Energie sowie ihre Kosten sind hoch im Vergleich zu anderen technischen Fasern (z.B. Glas) und das Material ist derzeit nach Ende der Lebensdauer nur schwierig einem neuen Lebenszyklus zuzuführen. Zur Verbesserung der Ökoeffizienz und Energiebilanz von Lamellen werden in diesem Projekt neue Verbundwerkstoffe entwickelt. Die derzeitigen Kohlenstofffasern sollen durch nachhaltigere Fasern aus Basalt ersetzt und in eine duroplastische Matrix mit hoher Dauerhaftig-

keit, Schadenstoleranz und sehr guten mechanischen Eigenschaften eingebettet werden. Dies erfordert eine Materialentwicklung auf der Makro- und Mikroebene. Neuartige Harzformulierungen mit Nanostrukturen werden erforscht und bilden die Matrix, welche die Fasern im Verbund zusammen hält. Ihre Anbindung an die Fasern wird optimiert, um eine hohe Werkstoffintegrität, chemische Resistenz und Langlebigkeit zu erreichen und um das spezielle Anforderungsprofil an die Lamellen inkl. deren Verbindung zum sanierten Baustoff (z.B. Beton) zu erfüllen. Ein Schlüsselfaktor ist die Oberflächenbeschichtung (Sizing) der Fasern. Sie ermöglicht eine kovalente Verbindung zwischen Fasern und Polymermatrix und damit die dauerhafte Übertragung von Lasten. Darüber hinaus werden neue Technologien in den Herstellungsprozess der Faserverbundwerkstoffe integriert und sorgen dort für einen geringeren Energieaufwand. Die neuen ökoeffizienten Materialien sind recyclingfähig und somit wiederverwendbar.

Das Projekt erforscht und entwickelt ökoeffiziente Basaltfaserverbundwerkstoff-Lamellen und deren Herstellungsprozesse für Verstärkungssysteme zur statischen Gebäudesanierung.

### Projektpartner / Partners:

CG TEC GmbH

DBF – Deutsche Basalt Faser GmbH

H&W Hoffmann & Weber Unternehmensberatung

IVW – Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

S&P Clever Reinforcement GmbH

Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion,  
Prof. Pahn, Technische Universität Kaiserslautern

### Gefördert durch:

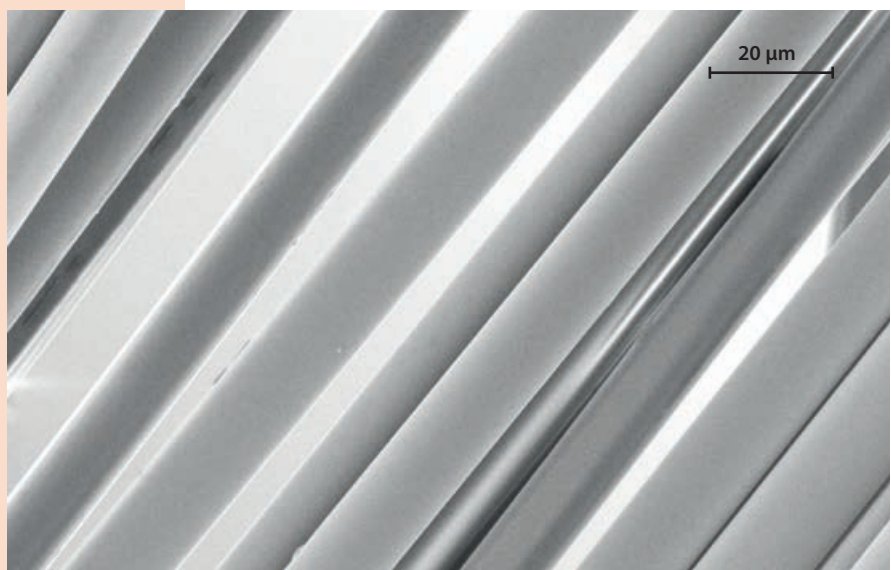


Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Basaltfasern im Elektronenmikroskop

*SEM image of basalt fibers*



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



Kohlenstofffaserlamellen  
nach dem Stand der Technik

*State-of-the-art carbon fiber  
lamellae*

Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Energy

on the basis of a decision  
by the German Bundestag



© S&P Clever Reinforcements GmbH

BUILDING INDUSTRY

BFKcraft – Basalt Fiber Lamellae for Static Building Renovation

*Composite lamellae with carbon fibers (CFRP) are used for the reinforcement and repair of building structures. Such lamellae have a carbon fiber content of 70%. The energy consumption and costs of carbon fibers are high compared to other technical fibers (e.g. glass), and these materials are difficult to be brought into a new lifecycle at the end of their lifetime. This project develops new composite materials to improve eco-efficiency and energy balance of lamellae. Carbon fibers that are currently used shall be replaced by basalt fibers which are incorporated into a durable and damage tolerant thermosetting matrix with very good mechanical properties. This approach requires a material development on the macro and micro scale. New resin formulations with nano-structures are being researched to represent the matrix, which keeps the fibers together. Its bonding to the fibers will be optimized in order to reach good materials integrity, chemical resist-*

*ance and longevity, and to fulfill the specific application requirements for the lamellas including their linkage to the building material, e.g. concrete. A key factor is the sizing of the fibers. It allows the covalent bonding between fibers and the polymer matrix and thus a durable transfer of loads. Moreover, new technologies will be integrated into the manufacturing process of new composites. They ensure a lower expenditure of energy. The new eco-efficient materials are recyclable and thus reusable.*

*The project investigates and develops eco-efficient basalt fiber composite lamellae and their manufacturing processes for reinforcement systems for static building refurbishment.*

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

## BioSMC – Einsatz bio-basierter Rohstoffe in SMC



Florian Gortner

Der Werkstoff Sheet Molding Compound (SMC) wurde in den 1960er Jahren entwickelt und ermöglichte erstmals die großserientaugliche Herstellung von Faser-Kunststoff-Verbund(FKV)-Bauteilen. Aktuell werden ca. 20 % aller in Europa hergestellten Glasfasern in diesem Verfahren zu FKV verarbeitet. Typische Anwendungen für SMC-Bauteile liegen in den Bereichen Elektrotechnik (Schaltschränke), KFZ- und NFZ-Anwendungen (elektromagnetisch transparente

Kofferraumdeckel, Windabweiser) und im Bauwesen (Lichtschächte, Badezimmermöbel). Bedingt durch aktuelle Leichtbautrends steigen die ökologischen und ökonomischen Anforderungen an FKV-Bauteile kontinuierlich an. Es werden immer leichtere, mechanisch höher belastbare und auch bio-basierte Pendants zu konventionellen und etablierten Lösungen durch den Anwender gefordert. Ein typisches glasfaserverstärktes SMC-Halbzeug für Standard-Elektroanwendungen auf Basis von ungesättigten Polyesterharzen besteht zu ca. 15–25 Gew.-% aus ungesättigten Polyesterharzen inkl. entsprechender Anti-Schrumpf-Additive, ca. 7 Gew.-% anwendungsspezifischen Additiven (z.B.: interne Trennmittel, Farbstoffe, Viskositätsenker), ca. 40 Gew.-% mineralischen Füllstoffen (z.B.: Kalziumkarbonat) und ca. 20–35 Gew.-% Schnittglasfasern mit einer Länge von ca. 25,4 mm.

Im Forschungsprojekt BioSMC sollen unter anderem konventionelle Harze, Verstärkungsfasern und Füllstoffe durch alternative Materialien auf Basis von bio-basierten und nachwachsenden Rohstoffen ersetzt werden. Es soll ein Halbzeug entwickelt werden, welches unter gleichen Herstell- und Prozessparametern wie ein konventionelles SMC-Halbzeug verarbeitet werden kann. Dieses Halbzeug soll, im Vergleich zu einem konventionellen Halbzeug, eine um ca. 20 % geringere Dichte, bei gleichbleibenden mechanischen Kennwerten, ermöglichen.

## LORENZ Kunststofftechnik GmbH

Projektpartner / Partner:

LORENZ Kunststofftechnik GmbH



Institutseigene SMC-Anlage mit 600 mm Arbeitsbreite

*Institute's own SMC-line, production width 600 mm*

Gefördert durch:






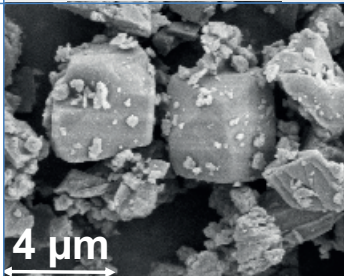
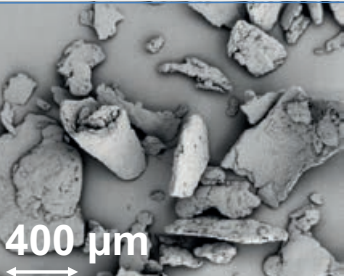
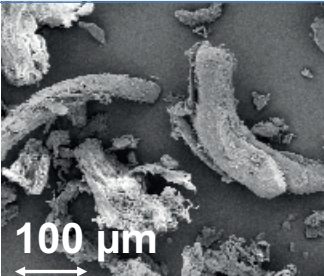
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



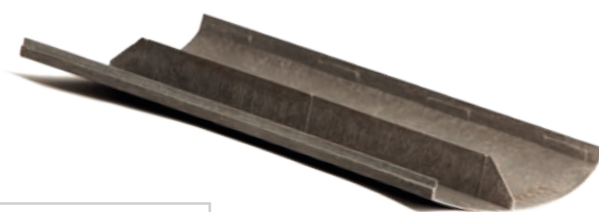
Das Projekt „BioSMC– Entwicklung eines dichterereduzierten und unter konventionellen Verarbeitungsparametern verarbeitbaren Sheet Molding Compounds (SMC) auf Basis nachwachsender Rohstoffe (BioSMC); Entwicklung von Rezeptur, Prozess und Halbzeugen für neuartiges biobasiertes SMC“ wird durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. (Förderkennzeichen ZF4052322EB8).

Vergleich konventioneller und bio-basierter SMC-Füllstoffe  
 Comparison of conventional and bio-based filler materials

Material	Conventional filler	Bio-based filler	
	Calcium carbonate	Rapeseed flour	Sunflower hull flour
Appearance	 Source: barf-gut	 Source : Agrarheute	 Source : Golden Compound
SEM-picture	 4 µm	 400 µm	 100 µm

Sheet Molding Compound (SMC) was developed in the 1960's and initially enabled the production of glass fiber reinforced polymer composites (GFRPC) in mass scale production. Currently, approximately 20% of all glass fibers produced in Europe are processed to SMC. Nowadays, both material and process are well established for the production of semi-structural components in various applications from electrical devices and automotive components to construction industry. Increasingly strict ecological and economical requirements for construction materials force further development of SMC materials regarding lighter, mechanically more resilient and also bio-based alternatives. A conventional standard SMC semi-finished product for electrical applications, based on unsaturated polyester-resin, consists of approx. 15–25 wt.-% unsaturated polyester-resin with anti-shrinkage additives, approx. 7 wt.-% application-specific additives (e.g.: internal release agents, coloring agents), approx. 40 wt.-% mineral fillers (e.g. calcium carbonate) and approx. 20–35 wt.-% chopped glass fibers with a length of approx. 25.4 mm.

Within the project BioSMC conventional resin systems, reinforcing fibers and filler materials should be replaced by bio-based and renewable raw materials. This should lead to a bio-based SMC semi-finished product, which has to be processable with conventional processing parameters. Furthermore, it should show a density reduction of about 20%, while showing same mechanical properties.



Supported by:



Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

Demonstrator mit bio-basierten und nachwachsenden Rohstoffen  
 Demonstrator with bio-based and renewable raw materials

The project "BioSMC – Development of a density-reduced Sheet Molding Compound (SMC) based on renewable raw materials (BioSMC) that can be processed under conventional processing parameters; development of recipes, processes and semi-finished products for Novel Bio-Based SMC" is funded by the ZIM program of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) funding reference ZF405232EB8).



## CrashOpt – Entwicklung eines Werkstoffmodells



Alexander Huf

Die Berechnung und Auslegung von Faser-Kunststoff-Verbunden stellt aufgrund ihres anisotropen Verhaltens und eigener spezifischer Versagensarten schon im statischen Fall eine große Herausforderung an die verwendeten Berechnungsmethoden dar. Dies zeigt sich insbesondere beim Einsatz von Strukturoptimierungsverfahren, da mit Hilfe der Berechnung zwischen vielversprechenden Designs und unterlegenen Entwürfen verlässlich unterschied-

den werden muss. Bei der Optimierung crash- bzw. dynamisch-belasteter Strukturen wird die Berechnung, des in nahezu allen Bereichen nichtlinearen Verhaltens dieser Strukturen, noch anspruchsvoller. So kann nur bedingt auf klassische Optimierungsverfahren zurückgegriffen werden. Stattdessen stellen erfahrungsbasierte, heuristische Methoden eine vielversprechende Alternative dar, da sie besser mit starken Nichtlinearitäten arbeiten können. Da diese Optimierungsmethoden aber nur so gut sein können wie die Qualität der einzelnen Berechnung muss ein geeignetes robustes Materialmodell die Lösungsfindung unterstützen. Dies macht eine aufwendige experimentelle Charakterisierung des Materials mit geeigneten Prüfmethode unumgänglich.

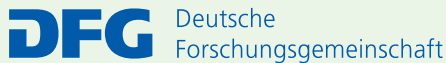


Projektpartner / Partner:

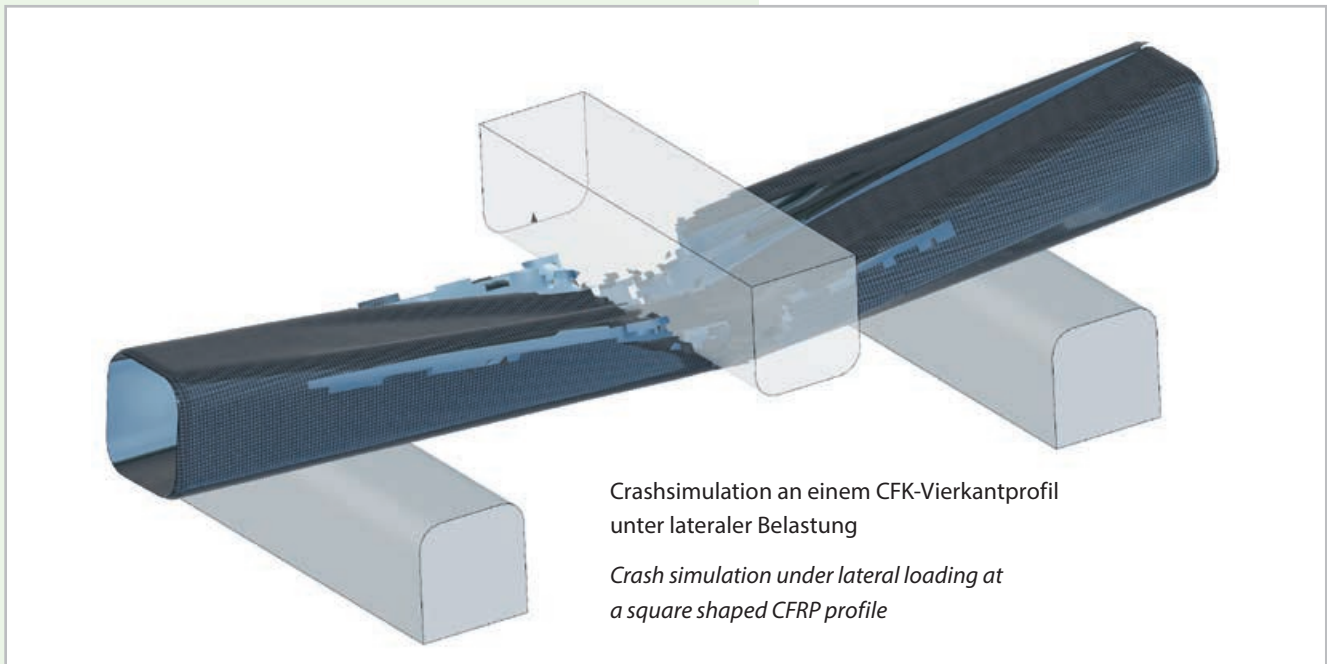
Bergische Universität Wuppertal

Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik

Lehrstuhl für Optimierung mechanischer Strukturen



Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wird ausgehend von geeigneten multiaxialen Experimenten ein Materialmodell entwickelt, welches den hohen Ansprüchen einer heuristischen Strukturoptimierung unter dynamischen Belastungen insbesondere unter möglichst unterschiedlichen Beanspruchungen gerecht werden kann.



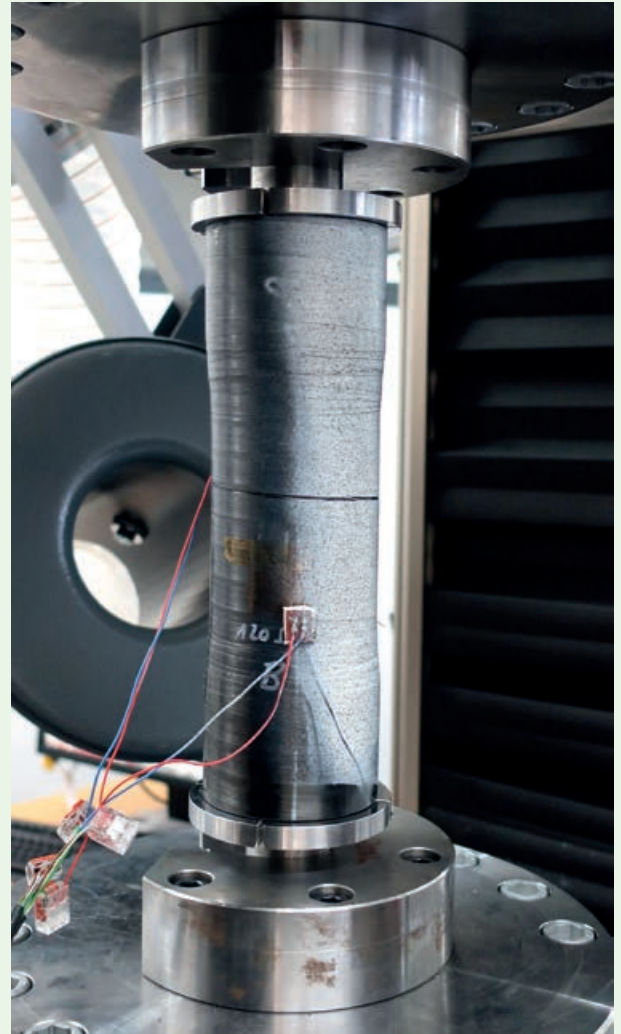
Crashsimulation an einem CFK-Vierkantprofil unter lateraler Belastung

*Crash simulation under lateral loading at a square shaped CFRP profile*

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).

Due to their anisotropic behavior and their specific failure modes, the calculation and design of fiber reinforced plastics pose a great challenge to the used calculation methods, even in the static load cases. This is particularly evident when structural optimization methods are being used, since the calculation must reliably distinguish between promising designs and inferior designs. In the optimization of crash or dynamically loaded structures, the calculation of the nonlinear behavior of these structures in almost all areas becomes even more demanding. This means that classical optimization methods can only be used to a limited extent. Instead, experience-based, heuristic methods represent a promising alternative, since they can work better with strong nonlinearities. However, since these optimization methods can only be as good as the quality of the individual calculations, a suitable robust material model must support solution finding. This makes a complex experimental characterization of the material with suitable test methods inevitable.

Within the framework of this research project, a material model will be developed based on suitable multi-axial experiments, which can meet the high demands of heuristic structural optimization under dynamic loads, in particular under the most varied loads possible.

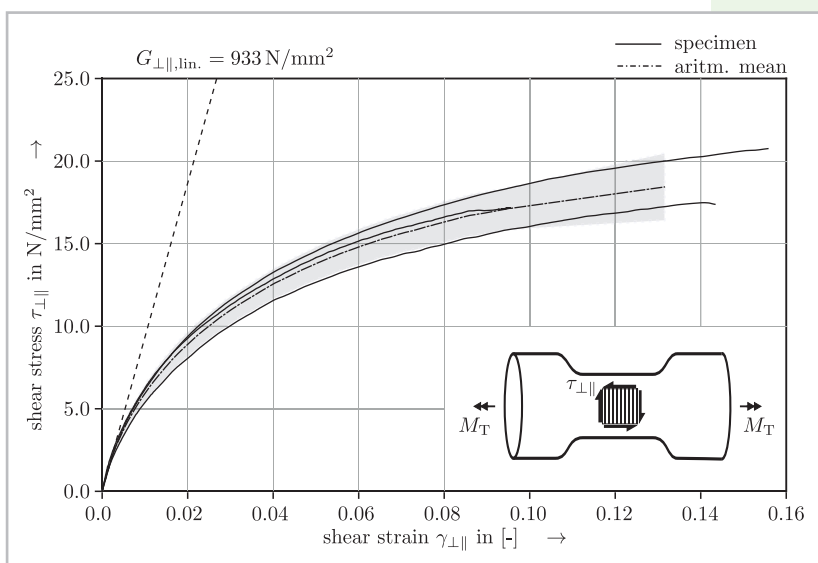


Bestimmung nicht-linearer Werkstoffkennwerte mit Hilfe einer Zug/Druck-Torsionsprüfmaschine und digitaler Bildkorrelation

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

Schubspannung über der Schiebung aus Torsionsversuchen an Zug/Druck-Torsionsproben

Shearing stress over shearing strain measured at tension/compression-torsion specimens in torsion loading



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).



## 3DPrint2Fiber – Strukturoptimierte 3D-Druck Orthesen



Ulrich Blass

Viele Patienten, die unter einer Fußhebeschwäche leiden, tragen zur Unterstützung des betroffenen Beines Fußgelenksorthesen. Der aktuelle Herstellungsprozess solcher Orthesen ist nicht nur sehr zeitaufwendig und kostenintensiv, sondern erlaubt auch nur eine sehr geringe nachträgliche Anpassung der Orthese an den Patienten. Aus diesem Grund wurde

die gesamte Prozesskette zur Herstellung von Fußgelenksorthesen im Rahmen des Projektes 3DPrint2Fiber neu entwickelt.

Die entwickelte Prozesskette besteht aus fünf Schritten:

1. Erstellen eines 3D-Scans des betroffenen Beins
2. Anpassen eines Basisdesigns an die Anatomie des Patienten
3. Erstellen eines detaillierten CAD-Modells der Orthese
4. Herstellen der Orthese im 3D-Druckverfahren
5. Verstärken der Orthese mit thermoplastischen Fasertapes

Dieser Prozesskette liegt ein neuentwickeltes Basisdesign einer Fußgelenksorthese zugrunde. Die Steifigkeit und damit die Stützleistung der entwickelten Orthese lassen sich über das Applizieren von thermoplastischen Fasertapes individuell einstellen. Um einen einfachen Ablegeprozess der Fasertapes zu ermöglichen, wurde im Rahmen des Projektes ein Handlaminiergerät (HLG) entwickelt. Das HLG ermöglicht es dem Orthopädietechniker, die an die individuellen Bedürfnisse des Patienten angepasste Orthese mit Fasertapes zu verstärken.

Das Ziel von 3DPrint2Fiber ist die Entwicklung einer Prozesskette zur schnellen und kostengünstigen Fertigung von individualisierten Fußgelenksorthesen, deren Stützleistung durch thermoplastische Fasertapes an die Bedürfnisse des Patienten angepasst werden kann.



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



Handlaminiergerät zur händischen Applikation von thermoplastischen Fasertapes

*Manual lamination tool for manual placement of thermoplastic fiber tapes*



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).

Mit CF-Faser verstärkte  
Fußgelenksorthese

CF fiber reinforced Ankle-  
Foot-Orthosis



FE-Modell des Basisdesigns; für eine realistische Belastung der Orthese wurde ein „Schuh“ modelliert, der die Bewegung des Beins auf die Orthese überträgt

FE-Model of the basic design; to ensure a lifelike load application to the AFO a "shoe" has been modeled which transmits the motion of the leg to the AFO



Many patients, which are suffering from a drop foot, wear Ankle Foot Orthoses (AFOs) to support the affected leg. The current production process of AFOs is not only expensive and time consuming, but also allows only little post-processing and subsequent customization to the patient. In order to ensure inexpensive and individual patient care, the entire process chain of the production of AFOs has been re-established within this project. The developed process chain consist of five steps:

1. Recording the affected leg by use of mobile 3D scanner on site
2. Adjusting the basic design of the AFO to the anatomy of the patient
3. Creating a detailed CAD-Model of the designed orthosis
4. Producing the AFO using a rapid manufacturing process (3D printing)
5. Reinforcement of the AFO by thermoplastic fiber tapes

The re-established process chain is based on a newly developed basic design of an AFO. The stiffness of this AFO can be individually adapted by applying fiber tapes. To reach an easy placement process of the thermoplastic fiber tapes, a handy device has been developed within this project. This device enables the orthopedic technician to place the fiber tapes individually to the requirements of the patient.

The goal of 3DPrint2Fiber is the development of a process chain for a fast and inexpensive production of individualized ankle foot orthoses with a stiffness, which is adaptable by thermoplastic fiber tapes to the needs of the patients.

SPONSORED BY THE



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 13GWO196).

## Dickenpermeabilität von Verstärkungsstrukturen



Björn Willenbacher

Für die schnelle und wirtschaftliche Produktion von Faser-Kunststoff-Verbund Bauteilen eignen sich besonders die Harzinjektionsverfahren. Dies gilt insbesondere für moderne Prozessvarianten, die eine Imprägnierung vorsehen, wie z. B. das Compression Resin Transfer Molding. Hierbei ist für eine korrekte Prozessauslegung das Wissen über das textile Im-

prägnierverhalten in Dickenrichtung besonderes relevant. In einem gemeinschaftlich von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Schweizer Nationalfonds geförderten Kooperationsprojekt mit der ETH-Zürich wird daher ein neuartiger Ansatz zur Charakterisierung des Imprägnierverhaltens entwickelt, die numerische Simulation und neueste experimentelle Methodik kombiniert. Am IVW wurde hierzu ein Messsystem aufgebaut, welches die Erfassung vom Fließfrontfortschritt, der Gesamtkompaktierung, der Einzellagenverschiebung, dem Volumenstrom und den Druckbedingungen bei einer Dickenimprägnierung ermöglicht. Weiterhin wurde ein neues Verfahren zur Bestimmung des Kapillardrucks von technischen Textilien entwickelt. Die Projektergebnisse wurden auf der 22. International Conference on Composites Materials (ICCM) vorgestellt sowie in den Fachzeitschriften Composites Part A (DOI: 10.1016/j.compositesa.2019.105495) und Advanced Manufacturing: Polymer & Composites Science (DOI: 10.1080/20550340.2019.1598049) veröffentlicht. Außerdem wurde ein Verlängerungsantrag gestellt.

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

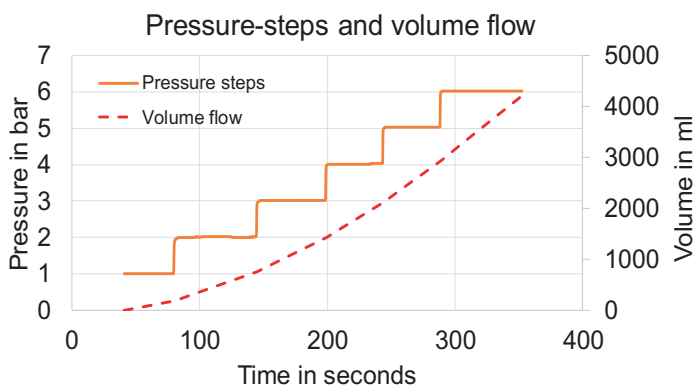
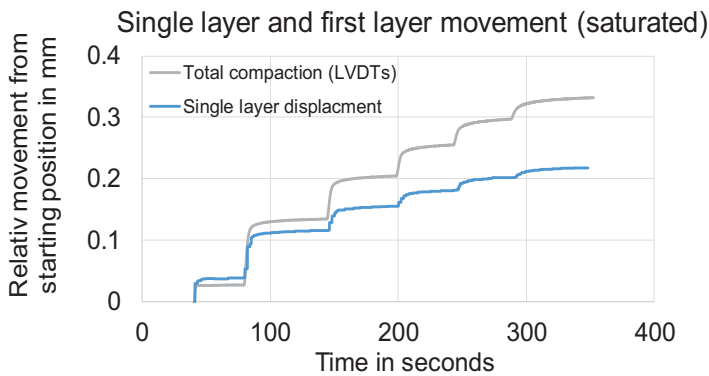


Aufzeichnung der Einzellagenverschiebung der Mittellage von Gelegen mit einem Faservolumengehalt von 49 % bei ansteigenden Druckstufen

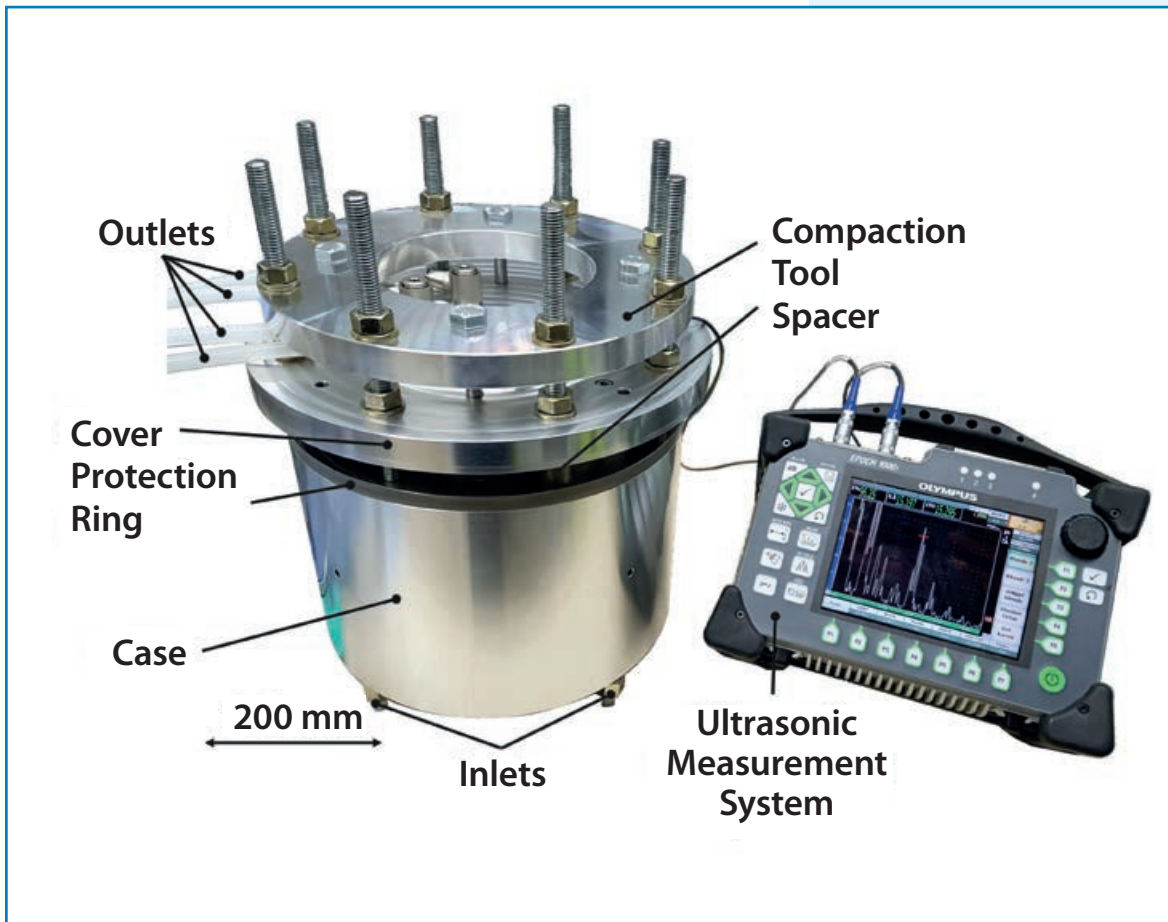
*Single layer displacement tracking of the middle layer of non-crimp-fabric with a fiber-volume-content of 49% at increasing injection pressure steps*



SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS



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. This applies in particular methods which impregnate fiber structures in out-of-plane direction, such as Compression Resin Transfer Molding. For an accurate process design for those processes, the knowledge about the exact textile behavior is necessary. In a cooperative project with ETH Zurich, funded jointly by the Deutsche Forschungsgemeinschaft and the Schweizer Nationalfonds, a novel approach to characterize impregnation behavior is being developed that combines numerical simulation and the latest experimental methods. At IVW a novel measurement system for determining the flow front progression, single layer displacement, total compaction, volume flow and pressure gradient during an impregnation in out-of-plane direction was designed. Furthermore, a new method for determining the capillary pressure of technical textiles has been developed.

Messsystem zum Aufzeichnen der Textilreaktionen während einer Imprägnierung in Dickenrichtung

Measurement system for tracking the textile reactions during out-of-plane impregnation processes

The results of the project have been presented at the 22<sup>th</sup> International Conference on Composites Materials (ICCM) and published in the journals *Composites Part A* (DOI: 10.1016/j.compositesa.2019.105495) and *Advanced Manufacturing: Polymer & Composites Science* (DOI: 10.1080/20550340.2019.1598049). Furthermore, an extension application has been submitted.

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

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).



## Fortschrittliche tribologische Prüfmethoden in unterschiedlichen Klimata



Joachim Stephan

Gleitelemente in elektrischen Fensterhebern sind im Betrieb unterschiedlichen klimatischen Bedingungen ausgesetzt, unter anderem arktischem, aridem und tropischem Klima. Deren Berücksichtigung bei der Auswahl von Gleitwerkstoffen erfolgte bisher vorwiegend im Rahmen von Bauteilerprobungen beim Komponentenhersteller. Diesen Bauteiltests

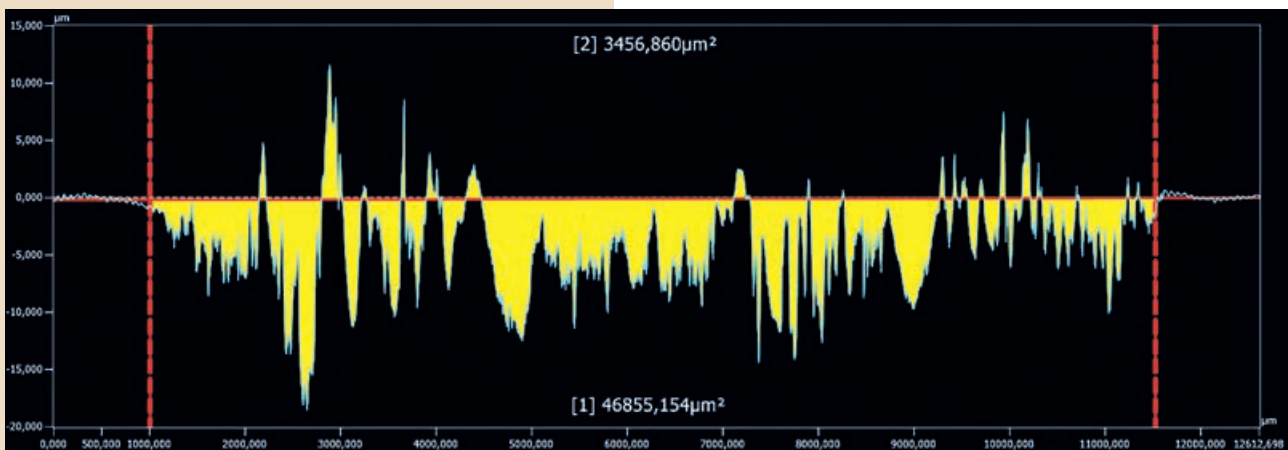
vorgelagert sind kosteneffiziente tribologische Modellversuche nach dem Stift-Scheibe-Prinzip, die jedoch unterschiedliche Klimata nicht berücksichtigen. In Zusammenarbeit mit Brose wurde am IVW nun ein instrumentiertes Stift-Scheibe-Tribometer entwickelt und mit einem Klimagenerator gekoppelt. Dieser kann alle für solche Fensterheber freigaberelevanten Klimata darstellen. Die ebenfalls neue und hochmoderne Steuerung des Prüfstands ermöglicht gleichzeitig die exakte Nachbildung anwendungsgerechter Kinematiken und hier insbesondere die Realisierung definierter Beschleunigungen, das Einhalten von Stillstandszeiten sowie das wiederholgenaue Anfahren von Umkehrpunkten.

Die neue Prüfstandsgeneration hat in einem Ringversuch im Vergleich mit den Versuchsanlagen von Brose ihre Eignung zur Prüfung polymerer Gleitwerkstoffe für elektrische Fensterheber erfolgreich demonstriert.

**brose**  
Excellence in Mechatronics

Projektpartner / Partner:

Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG, Coburg



Optische Topographiemessung einer Verschleißspur auf dem Ring

*Optical topography measurement of a wear mark on the ring*

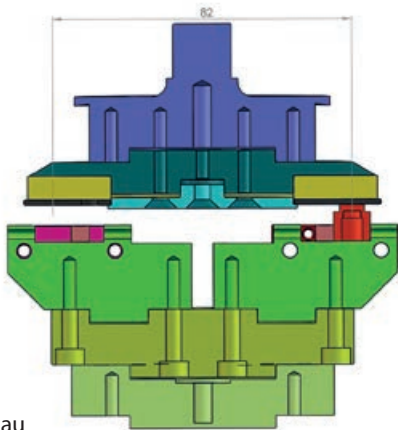
Wir danken der Firma Brose für die exzellente und vertrauensvolle Zusammenarbeit während des Projektes.





© Brose

Abbildung des Stift-Scheibe-Versuchs  
Image of pin-on-disc test setup



Aufbau  
Superstructure



Türmodul aus Kunststoff mit integriertem Fensterheber  
Plastic door module with integrated window regulator

During operation, sliding elements of electric windows are exposed to various climatic conditions, such as arctic, arid and tropical climate. So far, consideration of these conditions regarding the selection of sliding materials has mainly taken place during component tests by the component manufacturer. These component tests are preceded by cost-efficient tribological model experiments using the pin-on-disk principle, which, however, does not take different climates into account. In cooperation with Brose, IVW has developed an instrumented pin-on-disc tribometer coupled with a climate generator, which is able to constitute all kind of climates relevant for electric windows' sliding elements.

The new and state-of-the-art control system of the test bench simultaneously enables an exact simulation of application-specific kinematics and – in particular – the realization of defined accelerations, the adherence of downtimes as well as the repeatable approach to reversal points.

*In a round robin test in comparison with Brose's test facilities, the new test bench generation successfully demonstrated its suitability for testing polymeric sliding material for electric windows.*

*We would like to thank Brose for the excellent and trusting cooperation during the project.*

## Generative Fertigung mit Verbundwerkstoffen

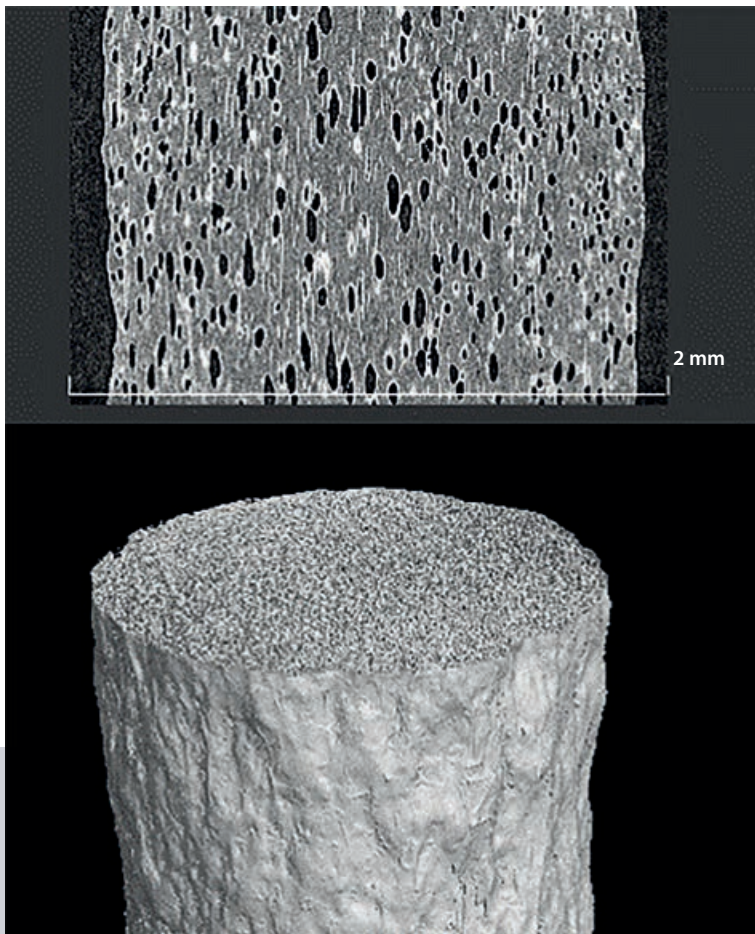


Rolf Walter

Eine umfangreiche Studie zum Anwendungspotential der am Markt verfügbaren additiven Fertigungsverfahren und Materialien für Antriebskomponenten aus Polymeren oder Verbundwerkstoffen, die das IVW zusammen mit dem Direct Manufacturing Research Center der Universität Paderborn durchgeführt hat, zeigt die großen Vorteile dieser neuartigen Fertigungstechnologie wie z. B. das hervorragende Leichtbaupotential und maßgeschneiderte tribologische oder elektrische Eigenschaften. Die speziellen und eng verknüpften Abhängigkeiten von Fertigungsverfahren, Werkstoff und Bauteilgestaltung stellen allerdings eine Herausforderung dar. Durch

die sehr dynamische Entwicklung neuer Druckmaterialien und verbesserter Drucker kann mit einer deutlichen Zunahme von realisierten technischen Anwendungen gerechnet werden. Die additive Fertigung wird sich aber nur als vollwertiges Verfahren etablieren, wenn angepasste Design- und Simulationstechnologien, qualitätsgesicherte Materialien und Prozesse verfügbar sind. Die dafür notwendigen werkstoffwissenschaftlichen Aspekte werden am IVW erforscht. Dazu stehen verschiedene 3D-Drucker sowie eine umfangreiche Werkstoffanalytik und Bauteilprüfung zur Verfügung. Für die additive Fertigung von Verbundwerkstoffen ist das Fused Filament Fabrication (FFF) Verfahren besonders geeignet. Eine am IVW eigens entwickelte Variante eines solchen Gerätes ermöglicht einen freien Zugang zum beheizten Bauraum, Adaption von Prozessmonitoring (Sensoren, Kameras) und Variationsmöglichkeiten von Mechanik, Steuerung und Software.

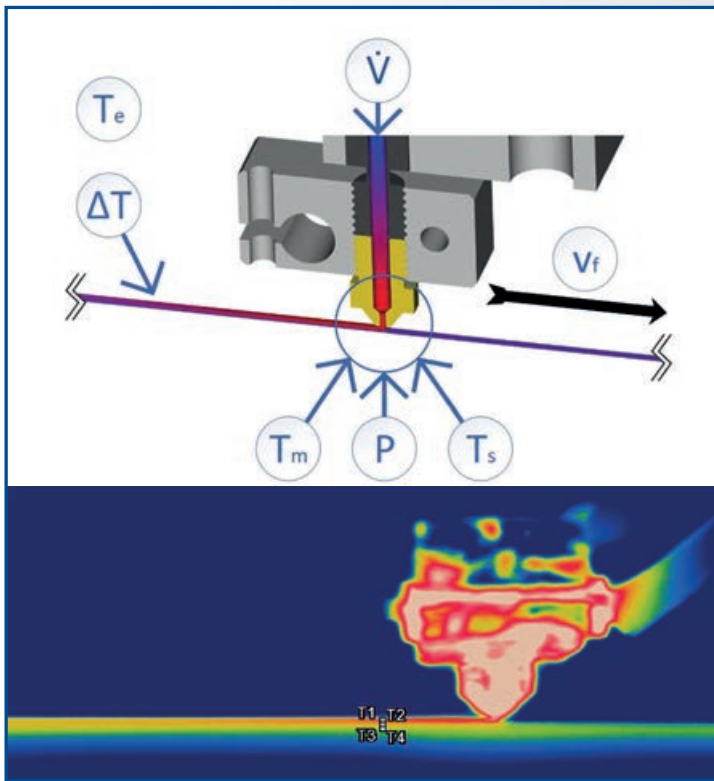
Unter Verwendung der IVW internen Analytik erfolgt die Charakterisierung der eingesetzten Filamente und gefertigten Proben und Bauteile. Damit können umfangreiche Eigenschafts-Prozess-Korrelationen erarbeitet und das Anwendungspotential spezifischer Lösungen bewertet werden. Aus erfolgsversprechenden Vorstudien zur additiven Fertigung von speziellen porösen Strukturen wurde ein Antrag für ein Nachfolgeprojekt in Kooperation mit der Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG) der Technischen Universität München (TUM) und dem DMRC als Unterauftragnehmer beantragt.



Röntgentomographische Aufnahme eines mit 12 Gew. % kurzkohlenstofffaserverstärkten PETG Filamentes, das einen Porengehalt von 17 % aufweist

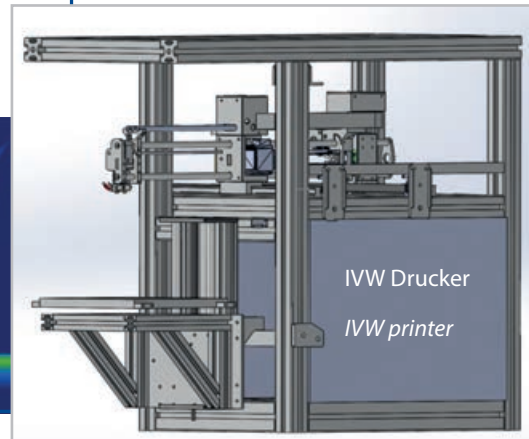
*X-ray microscope image of a PETG filament reinforced with 12 wt.% short carbon fiber and having a pore content of 17%*

Auf der Basis des abgeschlossenen Projektes "FVA 813 I – Generative Verfahren zur Herstellung von Polymerbauteilen" ist ein AiF Antrag „FVA T1452 – Additive Fertigung von Maschinenelementen aus Kunststoff mit intrinsischer Schmierung“ in der Begutachtung.



Schematische Darstellung des eingesetzten Druckkopfes mit den qualitätsrelevanten Prozessgrößen (oben); IR thermo-graphische Aufnahme der Schmelzestrangablage (unten)

Schematic representation of the print head used with the quality-relevant process variables (top); IR thermographic image of the melt strand deposition (bottom)



An extensive study on the application potential of additive manufacturing processes and materials made of polymers or composite materials available on the market, carried out by IVW together with the Direct Manufacturing Research Center of Paderborn University, shows the great advantages of this novel production technology, e.g. the outstanding lightweight construction potential and customized tribological or electrical properties. However, the special and closely linked interdependencies of manufacturing processes, materials and component design are a challenge. Due to the very dynamic development of new printing materials and improved printers, a significant increase in implemented technical applications can be expected. Additive manufacturing, however, can only establish itself as a fully fledged process if adapted design and simulation technologies as well as quality-assured materials and processes are available. The necessary material science aspects are researched at IVW. Various 3D printers as well as extensive material analysis and component testing are available for this purpose. The Fused Filament Fabrication (FFF) process is highly suitable for the additive production of composite materials. A special variation of this technology developed at IVW allows free access to the heated installation space, adaptation

of process monitoring (sensors, cameras) and variation possibilities of mechanics, control, and software systems.

Using IVW's internal analytics, the characterization of the used filaments, the manufactured samples and components is carried out. This enables comprehensive property-process correlations as well as evaluating application potential of specific solutions. A proposal for a follow-up project in cooperation with the Gear Research Centre (FZG) of the Technical University of Munich (TUM) and DMRC as subcontractor was derived from promising preliminary studies on the additive production of special porous structures.



Projektpartner / Partner:

FZG - Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau der Technischen Universität München

On the basis of the completed project "FVA 813 I – Generative Processes for the Production of Polymer Components" is an AiF proposal "FVA T1452 - Additive Manufacturing of Plastic Machine Elements with Intrinsic Lubrication" in the review process.





Andreas Klingler

## Hochleistungsfaserverbundwerkstoffe aus duroplastischen Matrizes

Duroplastische Faserverbundwerkstoffe (FKV) mit Kohlenstofffasern zeichnen sich durch ihre hohe spezifische Festigkeit und Steifigkeit aus und sind für anspruchsvolle Anwendungen im Flugzeugbau (z. B. lasttragender Flügelkasten) und im Automobilsektor (z. B. Leichtbaufelgen) geeignet. Die duroplastische Polymermatrix ist jedoch aufgrund ihrer hohen molekularen Netzwerkdichte spröde und daher schadensanfällig bei Defekten durch hohe Lasten. Kritische

Belastungen begünstigen Rissbildungen, führen zu Risswachstum und im schlimmsten Fall zum Bauteilversagen. Dieses intrinsische Projekt erforscht Wege und Mechanismen um den Widerstand duroplastischer Matrizes gegen Rissbildung und -wachstum wesentlich zu steigern. In die Matrix werden Nanopartikel mit sphärischer Kern-Schale-Struktur sowie Block-Copolymere eingebracht. Kern-Schale-Partikel haben eine definierte Struktur mit duktilem Kern und steifer Schale. Aus den Block-Copolymeren bilden sich Nanopartikel erst während des Herstellungsprozesses aus. Aufgrund ihrer Größe und Form in Nano- und Mikrodimension und aufgrund der guten Verteilung und Anbindung an die Polymermatrix aktivieren die Nanopartikel mikromechanische, zähigkeitssteigernde Mechanismen, wie z. B. plastische Deformation des nachgiebigen Partikelkerns. Sie wirken dadurch einer Rissausbreitung entgegen. Setzt man Nanocomposite-Matrizes in Faserverbundwerkstoffen ein, so kann auch dort die Schadenstoleranz erheblich gesteigert werden.

In zahlreichen Untersuchungen der letzten Zeit ist es gelungen, die interlaminaren Brucheigenschaften unter verschiedenen Belastungsrichtungen (Mode I und II) wesentlich zu erhöhen. Dabei blieben auch die wichtigen thermo-mechanischen Eigenschaften der Verbundwerkstoffe ohne nachteilige Verschiebung der Einsatzgrenzen erhalten.

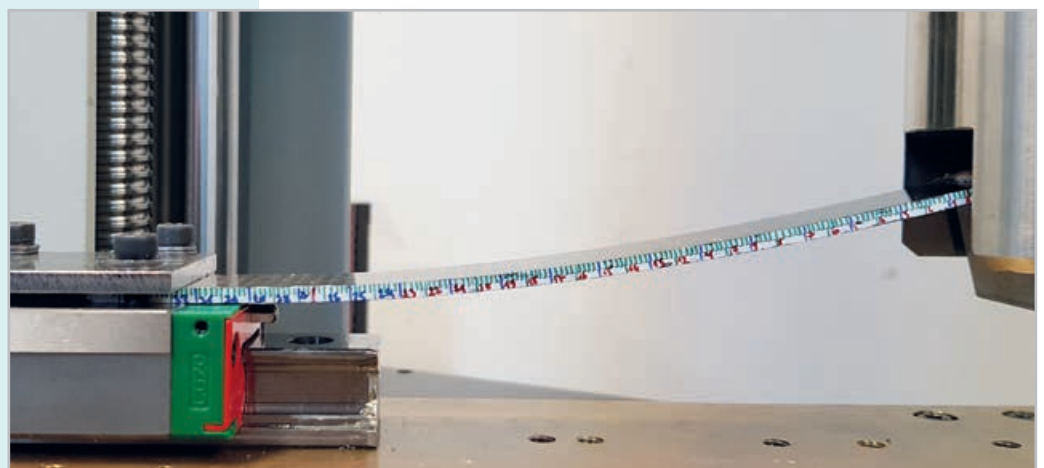
Kohlenstofffaserverstärkte BMW-Felge 19"

*Carbon fiber reinforced BMW rim 19"*



End-loaded Split-Prüfaufbau zur Messung der interlaminaren Energiefreisetzungsrate unter Schub (Mode II)

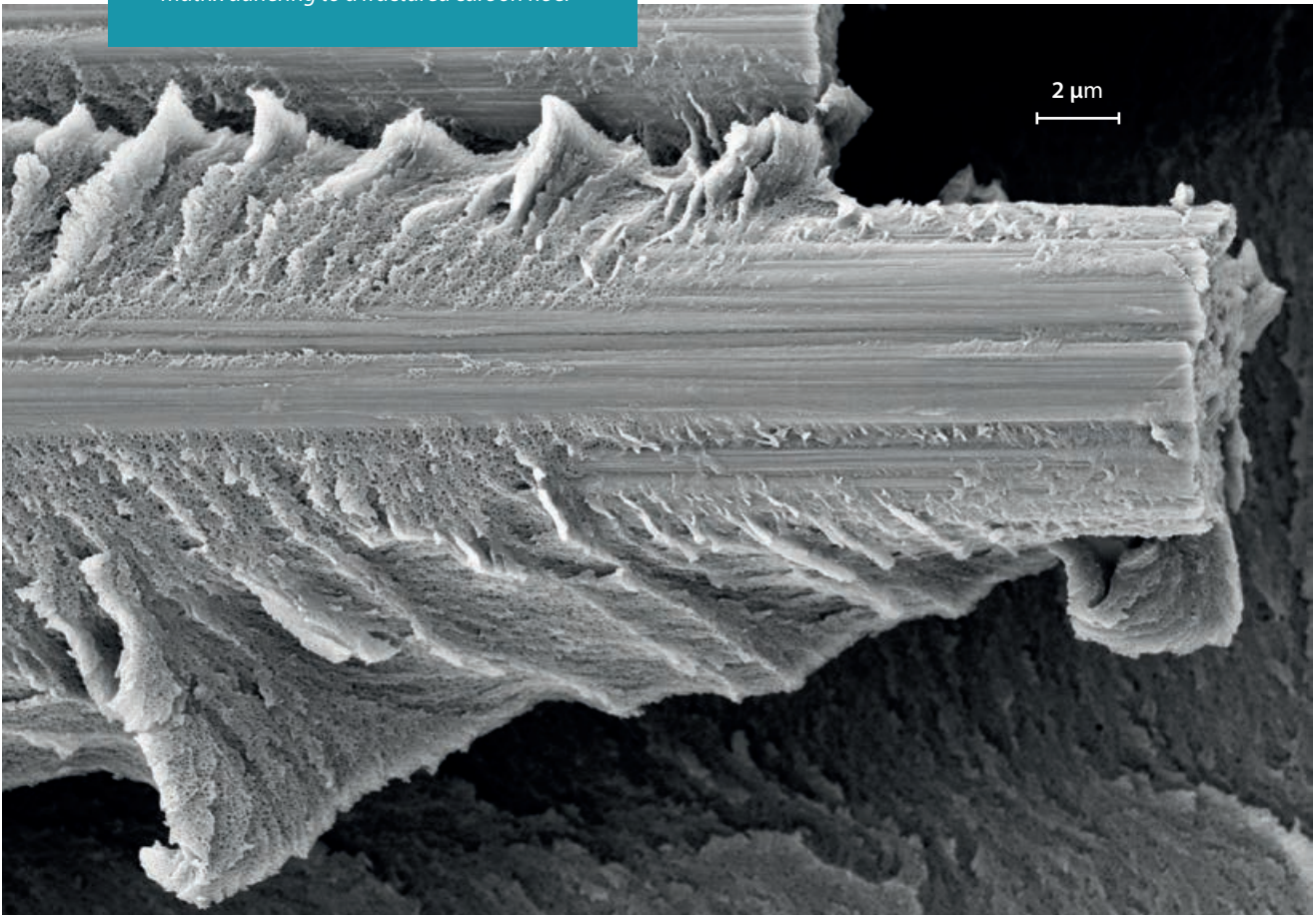
*End loaded split-test set-up to determine the interlaminar fracture toughness in shear (Mode II)*





Bruchfläche eines modifizierten FKV mit Kohlenstofffaser und sehr guter Faser-Matrix-Haftung

*Residues of a nano particle toughened epoxy matrix adhering to a fractured carbon fiber*



Carbon fiber reinforced composites (CFRP) based on thermosetting polymers show a beneficial combination of high strength and stiffness. These properties make them most favourable for a variety of high performance applications in the aircraft (e. g. weight-bearing wing box) or automotive (e. g. alloy rim) sector. However, the thermoset matrix is brittle due to its high molecular network density that makes it susceptible to damages from high load defects. Critical loads promote crack formation, lead to crack growth and, in the worst case, to component failure. This intrinsic project researches ways and mechanisms to significantly increase the matrices' resistance to cracking and crack growth. Nanoparticles with a spherical core-shell structure and block copolymers are embedded into the matrix. Core-shell particles have a defined structure with a ductile core and a rigid shell. Nanoparticles self-assemble from the block copolymers only during the manufacturing process. Due to their size and shape in the nano- and micro-dimension as well as due to the good distribution and adhesion to the polymer matrix, the nanoparticles

activate micromechanical toughening mechanisms such as plastic deformation of the soft particle core. As a result, they advantageously counteract crack propagation. Using nanocomposite matrices in carbon fiber reinforced composites also significantly increases the damage tolerance.

*Numerous recent studies have succeeded in significantly increasing interlaminar fracture toughness under different loading directions (Mode I and II), maintaining the important thermo-mechanical properties of the composite materials without adversely shifting the application limits.*

Source:

Klingler, A. Bajpai, B. Wetzel: The effect of block copolymer and core-shell rubber hybrid toughening on morphology and fracture of epoxy-based fibre reinforced composites. Engineering Fracture Mechanics 2018. doi: 10.1016/j.engfract-mech.2018.06.044



Yves Becker

## HySpine – Entwicklung eines metallfreien Spinalimplantates

Pedikelschraubensysteme werden zur Stabilisierung und Krümmungskorrektur der Wirbelsäule eingesetzt. Für diese medizinischen Implantate ist Titan heutzutage der Standardwerkstoff. Allerdings sind einige Nachteile mit metallischen Implantaten verbunden. Exemplarisch kann die Artefaktbildung bei bildgebenden Verfahren der Medizintechnik (CT, MRT, Röntgen) oder das Problem der Rückstrahlung

bei der Strahlentherapie genannt werden. Außerdem kann sich der Knochen aufgrund der hohen Implantatsteifigkeit zurückbilden (stress shielding). Durch den Einsatz von kohlenstofffaserverstärktem Polyetheretherketon (CF-PEEK) als Implantatwerkstoff können diese und weitere Nachteile vermieden werden. Der Patientenkomfort wird erhöht und die post-operative Nachbetreuung verbessert sich. Um das Materialverhalten u. a. für den Herstellprozess zu charakterisieren, wurden umfangreiche analytische und mechanische Untersuchungen durchgeführt. Neben numerischen Simulationen (Finite-Elemente-Berechnungen) wurde eine Vielzahl an experimentellen Untersuchungen an der Pedikelschraube und am Pedikelschraubensystem durchgeführt.

In diesem Projekt wird ein Implantat aus faserverstärktem Kunststoff entwickelt und entwicklungsrelevante Fragestellungen erforscht. Am Ende des Projekts werden erste Grundlagen für den sich anschließenden Prozess der Zertifizierung gelegt sein.

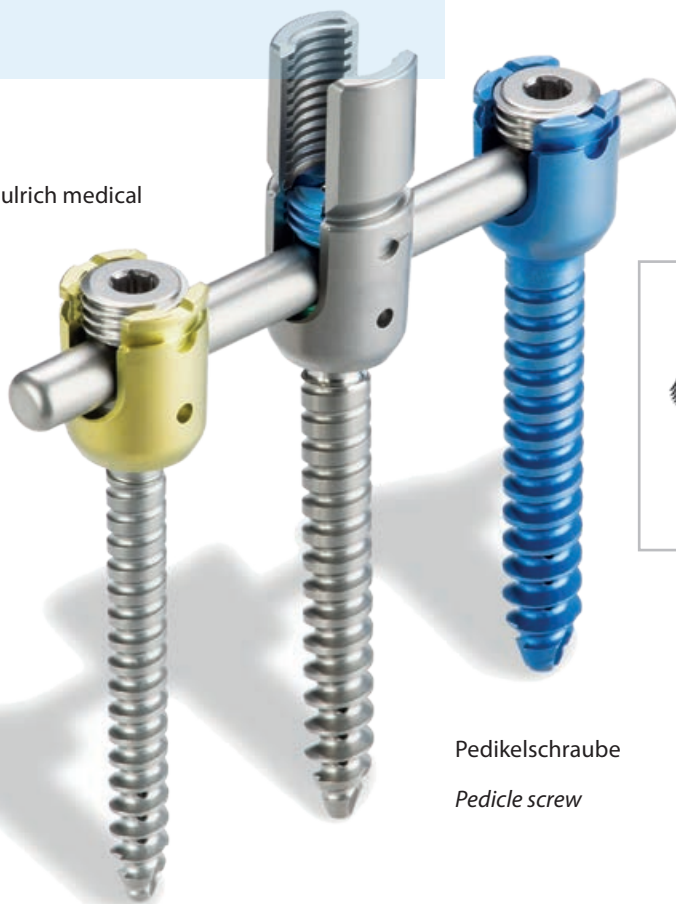


Projektpartner / Partners:

NEOS Surgery S.L.

SCHLISSMEYER GmbH

© ulrich medical



Pedikelschraube

Pedicle screw



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).





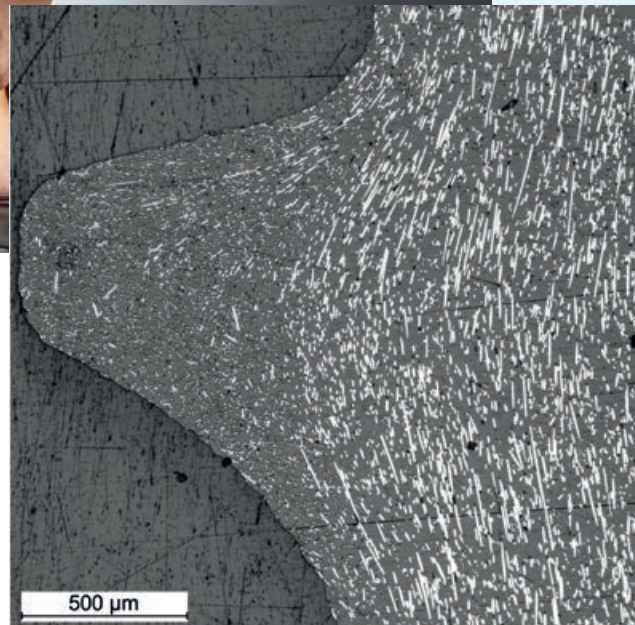
Einsatzbereich des  
Pedikelschraubensystems

Area for using the pedicle  
screw system

SPONSORED BY THE



Federal Ministry  
of Education  
and Research



Schliffbild der Gewindeflanke der CF-PEEK  
Pedikelschraube

Polished section of the thread flank of the  
composite pedicle screw system

*Pedicle screw systems are used to stabilize the spine and to correct its alignment. Nowadays, titanium is the standard material used for these medical implants. However, several disadvantages are linked to metallic implants. Exemplarily, artefacts can appear on medical images (CT, MRI, X-ray). Furthermore, metallic implants can lead to backscattering during radiotherapy and the bone can degenerate due to the high implant stiffness (stress shielding). With the usage of carbon fiber reinforced polyether ether ketone (CF-PEEK) as implant material, these and other disadvantages can be eliminated. Patient's comfort is increased and post-operative follow-up is improved. To characterize the material properties, which are relevant for example for the process of manufacturing, extensive analytical and mechanical studies have been performed. Besides, numerical analysis (finite element simulations) and experimental investigations of the pedicle screw and the pedicle screw system were conducted.*

*Within this project, a composite implant is developed and crucial research questions are answered. At the end of the project, the process of certification can further be approached.*

*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).*

## 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 maximale Breite wird maßgeblich durch die technisch anspruchsvolle Imprägnie-

rung 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. Der aktuelle Technologiestand der Intervallheißpresstechnik begünstigt vorrangig die Luftverdrängung und Imprägnierung in Prozessrichtung. Die Prozesszeit wird daher durch die Imprägnierung der senkrecht zur Prozessrichtung liegenden Verstärkungsfasern determiniert.

Im laufenden Projekt wurden die Auswirkungen der gewählten Prozessparameter auf die Halbzeugqualität intensiv untersucht. Weiterhin wurde ein Modell erstellt, mit dem es möglich ist, den Imprägnierfortschritt zweidimensional zu beschreiben. Die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse erfolgt durch eine neuartige Werkzeugtechnik, die in Kombination mit entsprechender Prozesssteuerung die Imprägnierleistung und somit auch die Effizienz der Intervallheißpresstechnik signifikant steigern kann.

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

Messsystem zur Bestimmung der Höhenabnahme während der Imprägnierung

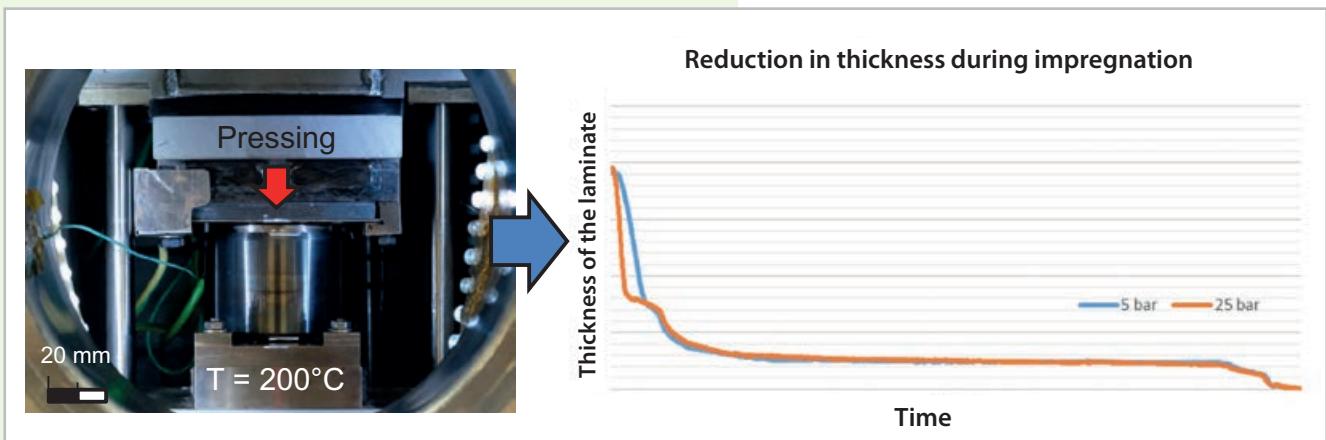
*Measurement system for determining the reduction in thickness during impregnation*



Projektpartner / Partners:

Neue Materialien Fürth GmbH

Teubert Maschinenbau GmbH



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).

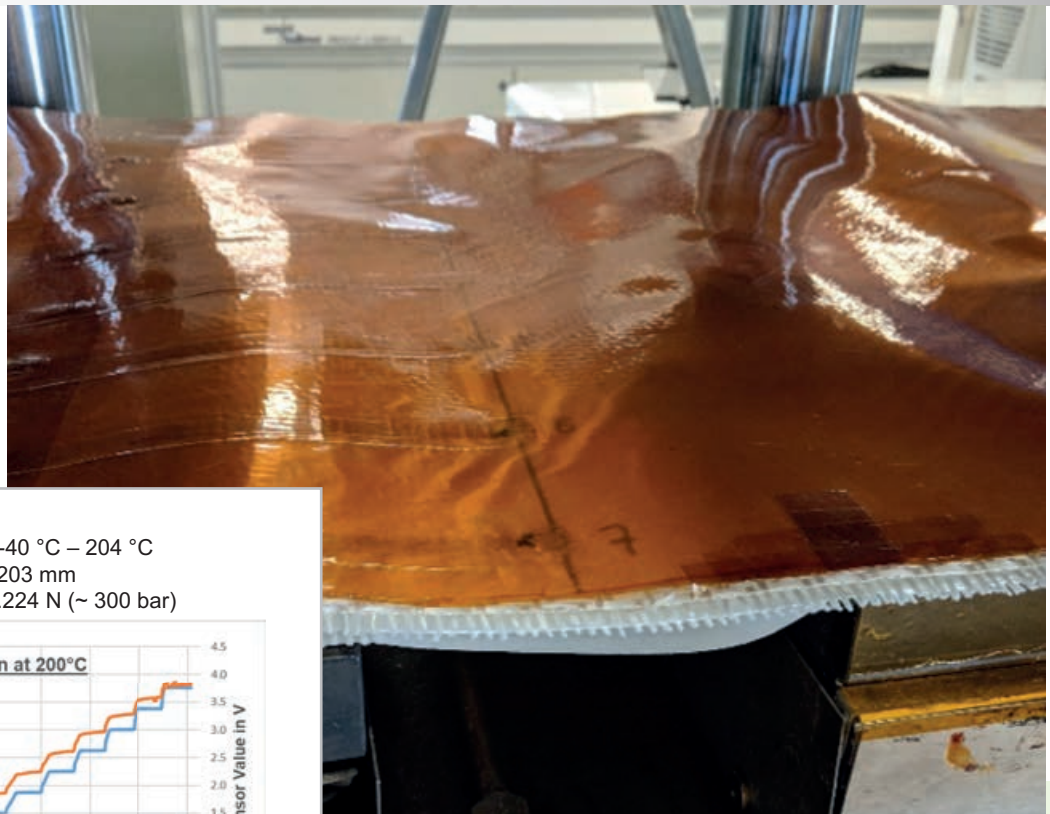
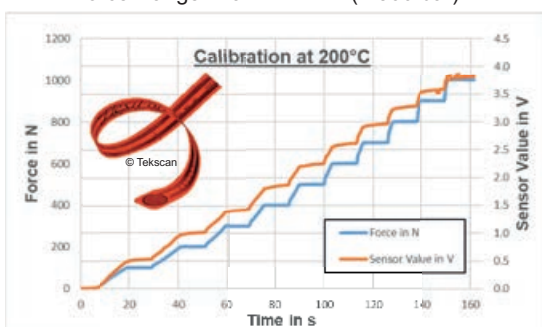


Kalibrierung der Sensoren zur Bestimmung des interlaminaren Prozessdrucks

Calibration of sensors for investigating interlaminar process pressure

#### FlexiForce® HT 201

- Temperature Range: -40 °C – 204 °C
- Sensor Thickness: 0.203 mm
- Force Range: max. 2.224 N (~ 300 bar)



Messvorrichtung zur Bestimmung des interlaminaren Drucks im Laminataufbau

Measuring device for determination of the interlaminar process pressure in the laminate structure

Continuous compression molding machines (CCM) 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 maximum width is significantly limited by the technically challenging impregnation of the reinforcement fibers with the highly viscous thermoplastic polymer. To produce high-quality organo sheets with low porosity, the air enclosed inside the laminate must be displaced from the structure. The current state of the art in CCM technology primarily enforces air displacement and impregnation in the process direction. Therefore, the process time is determined by the impregnation of the reinforcing fibers lying transverse to the process direction. In the current project, the effects of the selected process parameters on the quality of the semi-finished products were intensively investigated. Furthermore, a model

was created which is able to describe the impregnation progress in two dimensions. The knowledge gained is converted into a novel tool technology. In combination with appropriate process control, the impregnation performance as well as the efficiency of CCM technology can be significantly increased.

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

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).

## InjectProfile – Thermoplastische Low-Cost Flugzeug-Profile



Thomas Rief



Dominic Schommer

Die Herausforderungen für Faserverbundbauteile im Bereich von Zug-Druck-Streben für den Luftfahrtbereich liegen in der Bereitstellung von Leichtbaulösungen bei geringen Bauteilkosten. Hierbei bieten thermoplastische Halbzeuge vor allem durch die Kombination verschiedener Verfahren eine hohe Flexibilität für Form, Funktion und Materialien der Strukturen. Durch lokal eingebrachte unidirektionale endlosfaserverstärkte Einleger können die Zug-Druck-Streben den strukturellen Anforderungen optimal angepasst werden. Im Rahmen des Forschungsprojektes InjectProfile wird die hierfür notwendige Prozesskette vom Halbzeug zum Bauteil entwickelt. In einem ersten Prozessschritt werden hierfür endlosfaserverstärkte Einleger hergestellt.

Anschließend folgt ein Spritzgießprozess, der sowohl den Einleger als auch weitere Funktionselemente integriert. Dabei wird der Gesamtprozess digital durch Simulationsmodelle abgebildet. Ausgehend von der mittels Topologieoptimierung ermittelten Lage der Endlosfaserverstärkung werden anschließend Spritzgussimulationen durchgeführt und das Füllverhalten sowie resultierende Faserorientierungen bewertet. Zusätzlich wird die Anbindung zwischen Einleger und Spritzguss durch geeignete Coupon-Prüfungen untersucht. Basierend auf den daraus gewonnenen Erkenntnissen werden Modelle abgeleitet, die in Kombination mit den Messdaten des Prozesses (beispielsweise der Werkzeugtemperatur, Temperatur des Einlegers, etc.) eine hohe Effizienz für diesen bereitstellen.



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

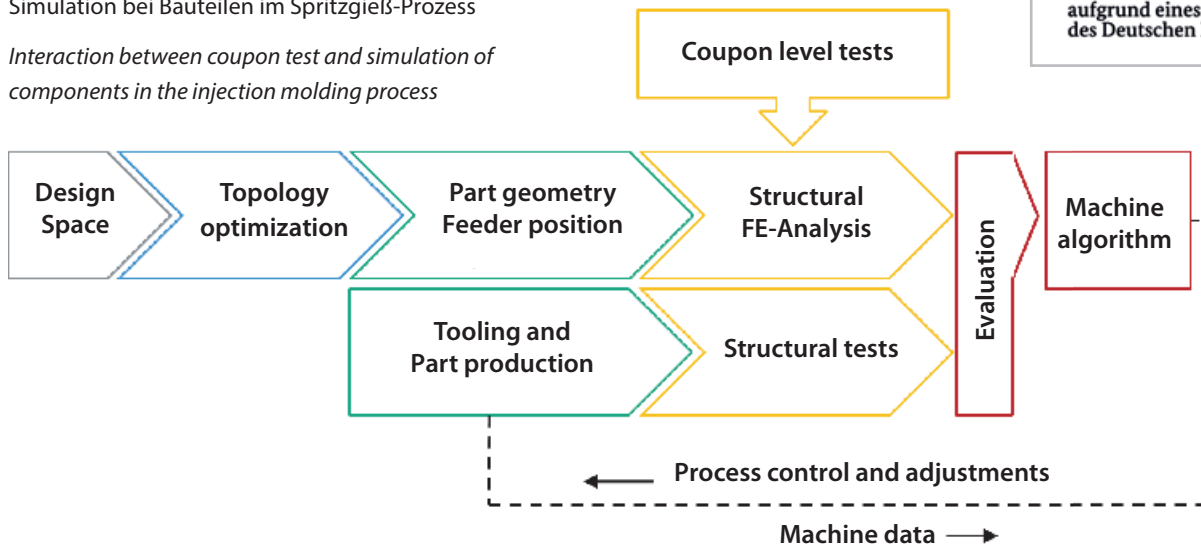
Projektpartner / Partner:  
CirComp GmbH

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Wechselwirkung zwischen Couponversuchen und Simulation bei Bauteilen im Spritzgieß-Prozess  
*Interaction between coupon test and simulation of components in the injection molding process*



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

Flugzeugstreben im Fahrwerk

Airplane profile in the landing gear



The challenges for fiber reinforced plastics regarding diagonal bracings for the aviation sector lie within the availability of low-cost lightweight solutions. Thermoplastic semi-finished goods offer a high flexibility in terms of shape, function and material arrangements especially through combining different processes. By use of locally placed unidirectional continuous fiber reinforced feeders, the diagonal bracings can be optimized for their structural requirements. Within the framework of the research project InjectProfile the needed process chain from the semi-finished good to the final product will be developed. In a first process step the needed fiber reinforced feeders are manufactured. An injection molding process follows which integrates the feeders as well as further functional elements. Simultaneously the process is depicted digitally by suitable simulations. Starting with a topology optimization defining the position of the continuous fibers, subsequent injection molding simulations assess the mold filling as well as the resulting fiber orientation. Additionally, the bond-

ing between fiber reinforced feeder and short fiber reinforced plastic is investigated by suitable experiments on coupon level. Based on the results of these investigations models are being derived, which in combination with data from the process (i.e. mold temperature, feeder temperature, etc.) provide a high efficiency.

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

Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Energy

on the basis of a decision  
by the German Bundestag

The project "InjectProfile – Development of a High Efficient Process for Thermoplastic Fiber Reinforced Composite Laminates for the Manufacture of Load and Weight Optimized Aircraft Profiles" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 20Q1724B).



Andreas Baumann

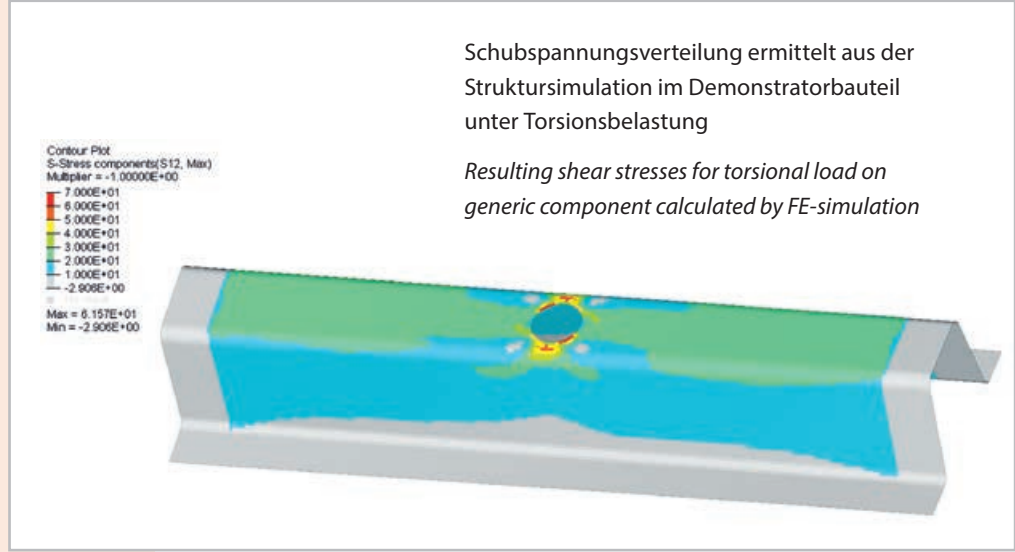
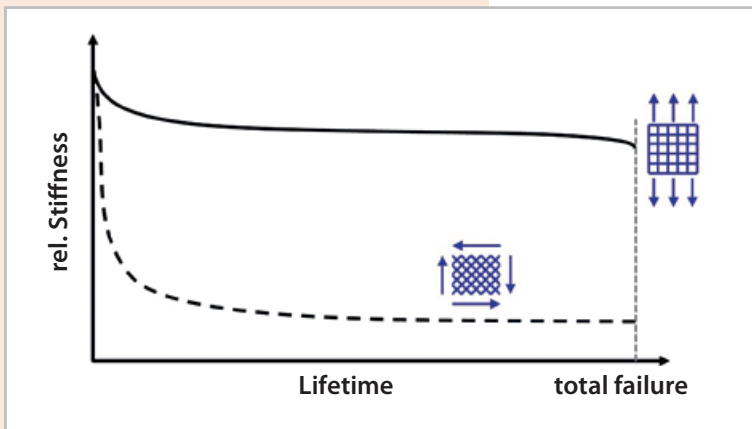
## LifeTool – Lebensdauerabschätzung von Organoblech

Organobleche finden zunehmende Anwendung in vielen Bereichen des Transportwesens aufgrund des Leichtbaupotentials und der guten Verarbeitbarkeit. Die Leichtbaupotentiale ergeben sich aus der hohen spezifischen Festigkeit und Steifigkeit. Durch Thermoformen lassen sich viele der klassisch aus Metallblechen hergestellten Komponenten durch Organobleche substituieren. Vor dem erfolgreichen Einsatz

der Komponenten steht die konstruktive Auslegung. Diese muss auch die typischerweise in Fahrzeugen vorkommenden zyklischen Lasten berücksichtigen. Die Auslegung unter zyklischen Lasten erfordert ein umfassendes Werkstoffverständnis auf Basis einer breiten experimentellen Untersuchung. Dafür ist die Erfassung von last- und richtungsabhängiger Lebensdauer ebenso notwendig wie das Degradationsverhalten der Komponente. Die Berücksichtigung der Werkstoffdegradation ermöglicht zum einen die Beurteilung der Funktionalität der Komponente über die Lebensdauer aber auch die Bewertung von Lastumlagerungen. Im Projekt wird untersucht wie sich eine funktionale Erweiterung (LifeTool) der statischen FE-Berechnung durch eine geeignete Wahl von experimentellen Versuchsparametern effizient mit Materialkennwerten parametrisieren lässt.

Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer effizienten Methode in Verbindung mit einem Berechnungstool für die Struktursimulation, um mit möglichst wenigen experimentellen Untersuchungen eine Lebensdauervorhersage für Bauteile aus Organoblech vornehmen zu können.

Steifigkeitsdegradation für verschiedene Lastfälle (Schub & Zug) über die Lebensdauer  
*Stiffness degradation for different cyclic loading conditions plotted over lifetime*



Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das Projekt „LifeTool – Entwicklung einer Toolbox zur FEM-implémentierten Lebensdauervorhersage endlosfaserverstärkter thermoplastischer Verbundwerkstoffe“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052306RR6).



Demonstratorbauteil unter Torsionsbelastung mit zusätzlicher Dehnungsmessung zur Verifikation der Simulationsergebnisse

*Generic component under torsional loading with additional strain measurement for the verification of simulation results*



Organo sheets are increasingly being used in the transportation sector due to their lightweight construction potential and good processability. The lightweight construction potential results from the high specific strength and stiffness. By thermoforming, many of the classic components made of metal sheets can be substituted by organo sheets. The successful use of the components is preceded by their design. This must also take into account the cyclic loads that typically occur in vehicles. The design under cyclic loads requires a comprehensive understanding of materials on the basis of a broad experimental investigation. This requires the recording of load- and direction-dependent service life as well as the degradation behavior of the component. The consideration of the material degradation enables the evaluation of the functionality of the component over the lifetime as well as the evaluation of load redistributions. The project investigates how a functional extension (LifeTool) of the static FE calculation can be

efficiently parameterized with material parameters by a suitable choice of experimental test parameters.

*The project aims at the development of an efficient experimental procedure and an auxiliary add-on for FE-simulation, which enables the lifetime prediction of components made of organo sheets.*



Projektpartner / Partner:  
TECOSIM Technische Simulation GmbH

*The project "LifeTool – Development of a Toolbox for the FEM-Based Lifetime Assessment of Continuous Fiber Reinforced Thermoplastic Composites" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052306RR6).*

## Listen2theSOURCE – Strukturüberwachung mittels neuronaler Netzwerke

martin.gurka@ivw.uni-kl.de



Martin Gurka

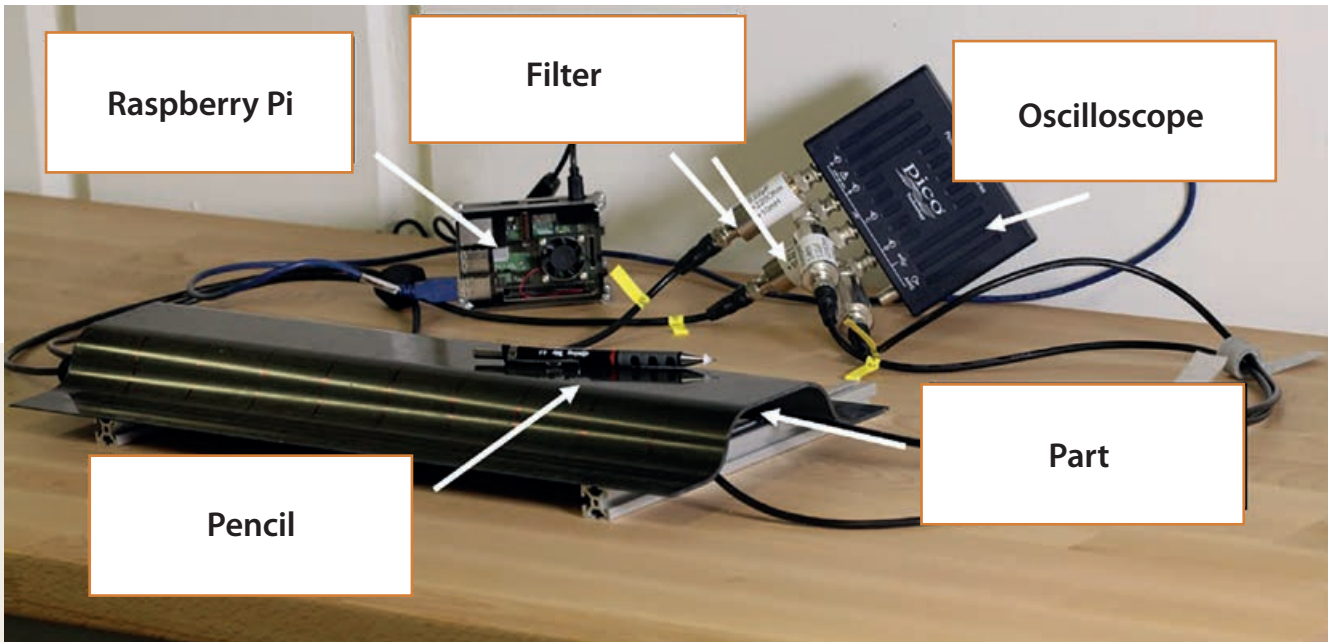
Strukturüberwachungssysteme (engl. SHM – Structural Health Monitoring) für Faserkunststoffverbunde (FKV) bieten das Potential zur Reduktion von Stillstandszeiten und zur Einsparung von Inspektionskosten. Systemkosten und -zuverlässigkeit stellen derzeit die größten Markteinstiegsbarrieren für diese Technik dar. Die Studie widmet sich beiden Faktoren mit der Entwicklung eines Low-Cost Demonstrators, mit dem sich Signale künstlicher Schallquellen (Bleistiftminenbrüche) auf Basis ihrer akustischen Emissionen

zuverlässig in einer komplexen FKV-Struktur lokalisieren lassen. Waddickensprünge und die anisotropen Materialeigenschaften der FKV stellen eine große Herausforderung an die Lokalisierung akustischer Ereignisse in realen Bauteilen. In dieser Arbeit kommen deshalb Verfahren des Machine Learning - künstliche neuronale Netzwerke - zum Einsatz, die über ein gezieltes Training in der Lage sind, die Komplexität der Aufgabe in der Netzwerkarchitektur zu erfassen. Für die Detektion der akustischen Wellen werden piezoelektrische Sensoren eingesetzt, die sich durch geringen Bauraum und geringes Gewicht auszeichnen. Die Messdatenerfassung und -verarbeitung wird über ein digitales 4-Kanal Oszilloskop sowie einen Einplatinencomputer realisiert.

Mit diesem Ansatz wird auf eindrucksvolle Weise die Umsetzung eines ressourcenschonenden SHM-Systems demonstriert, das sich auf andere Strukturen und Anwendungen übertragen lässt.



Projektpartner / Partner:  
iNDTact GmbH

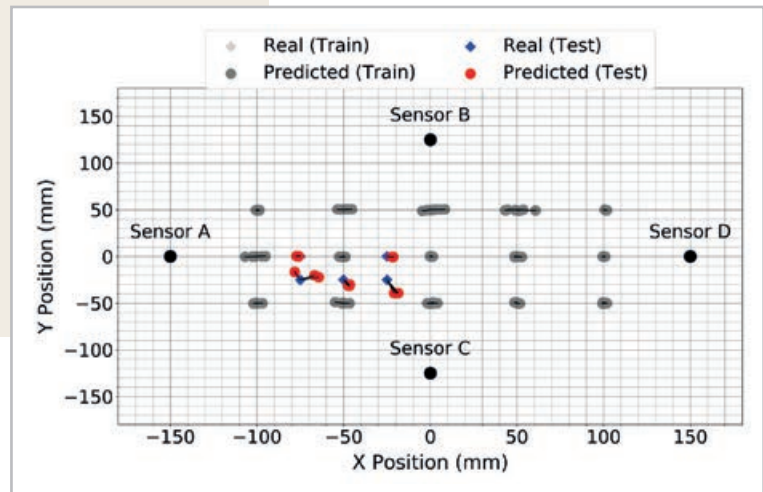


Übersicht der Hardwarekomponenten des Demonstrators  
*Overview of the hardware components of the demonstrator*

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).

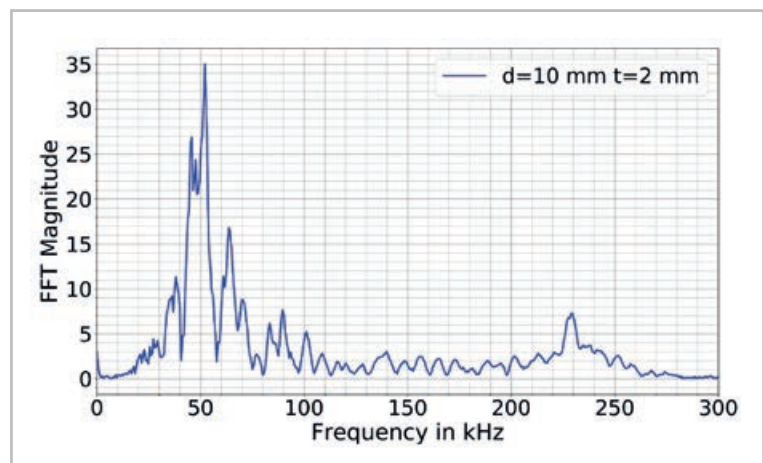
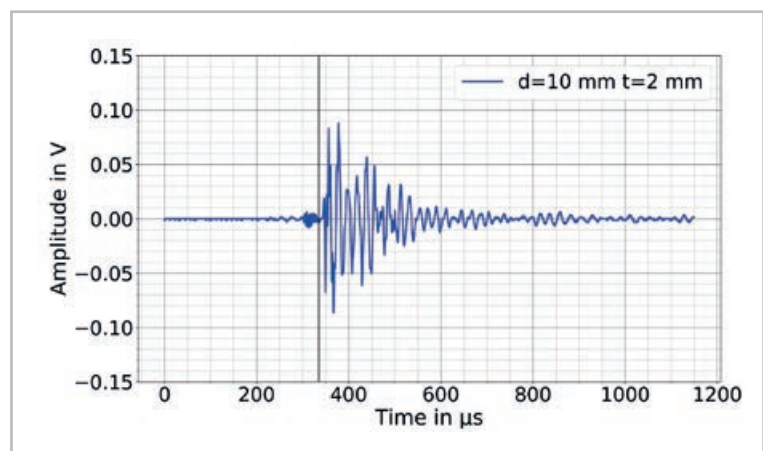
Vorhergesagte und reale Positionen der Schallquellen in Bezug auf die Trainings- und Testdaten

*Predicted and real source locations with respect to training and test data*



Structural Health Monitoring (SHM) systems for fiber-reinforced plastics (FRP) offer the potential to reduce downtime as well as inspection costs. System costs and reliability are currently the biggest market entry barriers for this technology. This study is dedicated to both factors with the development of a low-cost demonstrator, which is able to reliably localize artificial sound sources (pencil lead breaks) in an FRP structure on the basis of their acoustic emissions. The localization of acoustic events in real components is a challenge due to anisotropic material properties and variations in wall thickness. Hence, in this study, neural networks are implemented, which are available through a targeted training to capture the complexity of the task in the network architecture. Piezoelectric sensors, which are characterized by small installation space and low weight, are used for the detection of the waves. Measurement data acquisition and processing is realized via a digital 4-channel oscilloscope and a single-board computer.

*This approach demonstrates in an impressive way the implementation of a resource-saving SHM system that can be transferred to other structures and applications.*



Zeitsignal und Frequenzspektrum von einem aufgenommenen Bleistiftminenbruch auf dem CFRP Profil

*Time signal and frequency spectrum of a pencil lead break test on the CFRP profile*

Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Energy

on the basis of a decision  
by the German Bundestag

*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).*



## Math2Composites – Materialsimulator für textilbasierte Composites



Tim Schmidt

Die simulative Bauteil- und Prozessauslegung für textilverstärkte Faser-Kunststoff-Verbunde bedingt ein umfangreiches Versuchsprogramm zur Ermittlung von Materialkennwerten. In diesem Projekt wurde ein simulativ-experimenteller Ansatz zur effizienten Kennwertermittlung entwickelt. Dabei werden ausgehend von einfach zu bestimmenden Eingabeparametern experimentell kalibrierte, digitale Zwillinge erstellt, mit denen ein Teil des experimentellen Versuchsprogramms durch Simulationen substituiert werden kann. Der experimentelle Aufwand wird so deutlich reduziert. Am Beispiel der Permeabilität, die das Prozessverhalten bei der Imprägnierung mit einem Matrixsystem quantifiziert, konnte der skalenseparierte Modellierungsansatz validiert werden.

In dem Workflow wird zunächst auf Mikroebene die Permeabilität innerhalb der Rovings bestimmt, um diese auf der Mesoebene randomisierten Einzellagen mit soliden Rovings zuzuweisen. Die Einzellagen werden anschließend virtuell gestapelt und kompaktiert, um eine realistische Abbildung von Rovingdeformationen zu erreichen. Die bei 50 % Faservolumengehalt (FVG) kalibrierten digitalen Zwillinge wurden auf 55 % und 60 % FVG weiter kompaktiert. Die Genauigkeit der Simulationsergebnisse liegt, mit maximalen Abweichungen von -35 % bis +42 % zu den Experimenten, in der gleichen Größenordnung wie sie für experimentelle Vergleichsstudien üblich ist. Analog wurde der Workflow zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften des mit Epoxidharz imprägnierten Geleges angewendet. Auf Mesoebene wurde ein Zugversuch sowohl in GeoDict als auch im Labor durchgeführt. So konnten Deformation und Versagen präzise vorhergesagt werden.



Florian Schimmer

# MATH 2 MARKET

Projektpartner / Partner:  
Math2Market GmbH

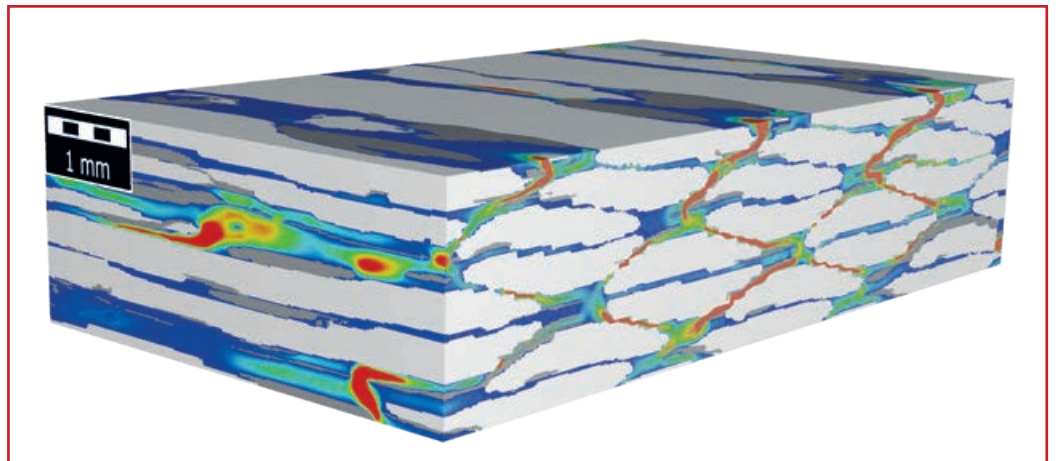
Ziel von Math2Composites ist die Entwicklung eines Simulations-Tools zur Materialkennwertermittlung, welches experimentelle Versuche durch kalibrierte Simulationen ersetzt.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

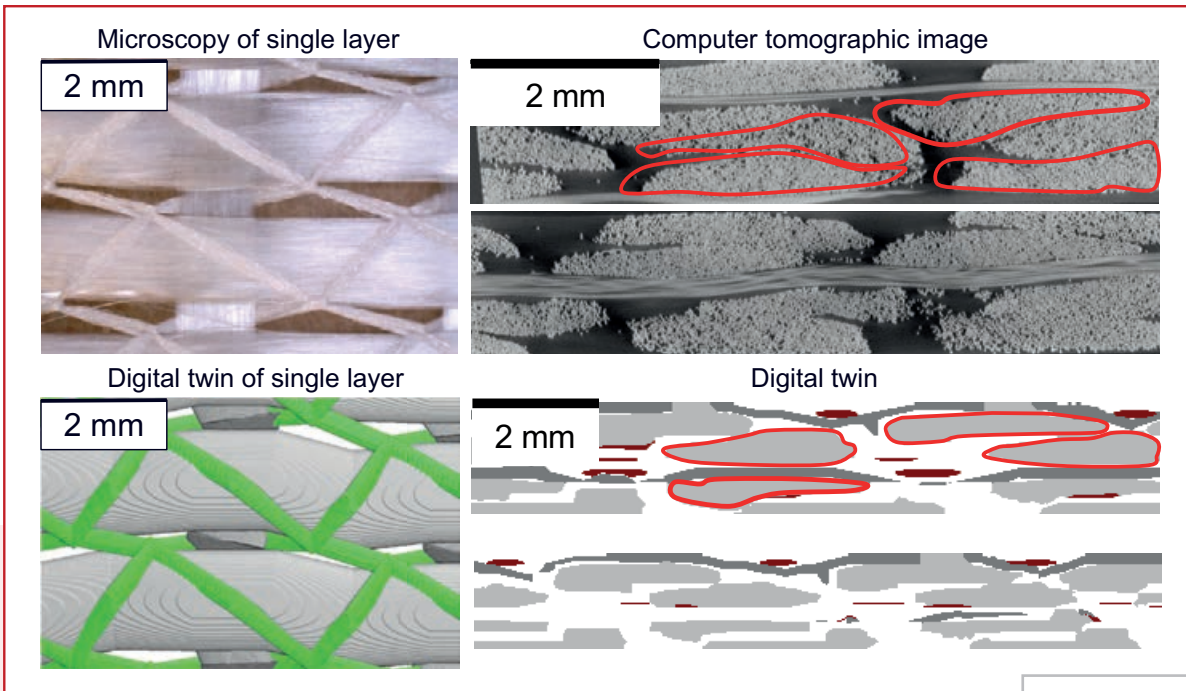


Glasfasergelege mit der farblichen Darstellung der Fließgeschwindigkeit im Textilmodell (rot = hohe Fließgeschwindigkeit und blau = niedrige Fließgeschwindigkeit)

*Glass fiber fabric with coloured illustration of the flow velocity in the digital twin of the textile model (red = high flow velocity and blue = low flow velocity)*

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 Mikroskopaufnahmen und CT-Scans mit den Darstellungen des digitalen Zwillings zeigen, dass die Strukturvariationen realitätsnah abgebildet werden können

*Realistic reproduction of structural variations are shown by comparison of microscope and CT images with the digital twins*

Supported by:



Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

The simulative component and process design for textile-reinforced composites requires an extensive test program to determine material properties. In this project a simulative-experimental approach for the efficient material characterization was developed. Simulations with experimentally calibrated digital twins based on easily determined input parameters could substitute parts of the experimental test program. Thus, the experimental effort is significantly reduced. Using the example of permeability, which quantifies the impregnation process with a matrix system, the scale separated modeling approach could be validated. In the workflow, the permeability within the rovings is first determined at the micro level in order to assign them to randomized individual layers with solid rovings at the meso level. The individual layers are then virtually stacked and compacted to achieve a realistic image of roving de-

formations. The digital twins calibrated at 50% fiber volume content (FVG) were further compacted to 55% and 60% FVG. The accuracy of the simulation results, with maximum deviations of -35% to +42% from the experiments, are in the same order of magnitude as is usual for experimental comparative studies. Similarly, the workflow was used to determine the mechanical properties of the epoxy impregnated fabric. At meso level, a tensile test was carried out both in GeoDict and in the laboratory. Thus, deformation and failure could be predicted precisely.

*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.*

*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).*

## Materialkennwerte



Esha

Wegen des kostengünstigen Verfahrens und der besseren Herstellbarkeit komplexer Strukturen ist Spritzgießen im modernen Leichtbau weit verbreitet. Diese Strukturen werden in der Regel unterschiedlichen Umgebungs- und Belastungsbedingungen wie z.B. erhöhten Temperaturen und Feuchtigkeit ausgesetzt. Daher sind für die Auslegung solcher Strukturen Materialeigenschaften unter Berücksichtigung von Temperatur- und Feuchtigkeitseinfluss erforderlich. Das Projekt zielt darauf ab, ein nichtlineares analytisches Materialmodell zu entwickeln, das das mechanische Verhalten von kurzglasfaserverstärktem Thermoplast in verschiedenen Temperaturbereichen beschreibt.

Das mechanische Verhalten des thermoplastischen Werkstoffs erfährt vor allem beim Überschreiten der Glasübergangstemperatur eine Änderung. Gleichzeitig müssen auch die lokale Faserverteilung und Faserlänge berücksichtigt werden, um eine Methodik zu entwickeln, die einen realistischen Nachweis der Festigkeit und Lebensdauer des Bauteils bieten kann. Dies kann durch Mikromodellierung des realen Probekörpers mit Hilfe der 3D-Röntgenmikroskopie und -Computertomographie erfolgen. Dieses mikromechanische Modell kann im FE-Programm weiter kalibriert werden. Mit Hilfe eines analytischen Modells kann das FE-Programm das Spannungs-Dehnungsverhalten unter Berücksichtigen von 5 Variablen berechnen: Faserorientierung, Faserlänge, Fasergehalt, Temperatur und Feuchtigkeit. Dieses Materialmodell wird die Schaffung einer breiteren Datenbasis für die Werkstoffauswahl und Strukturanalyse für polymere Bauteile erleichtern.



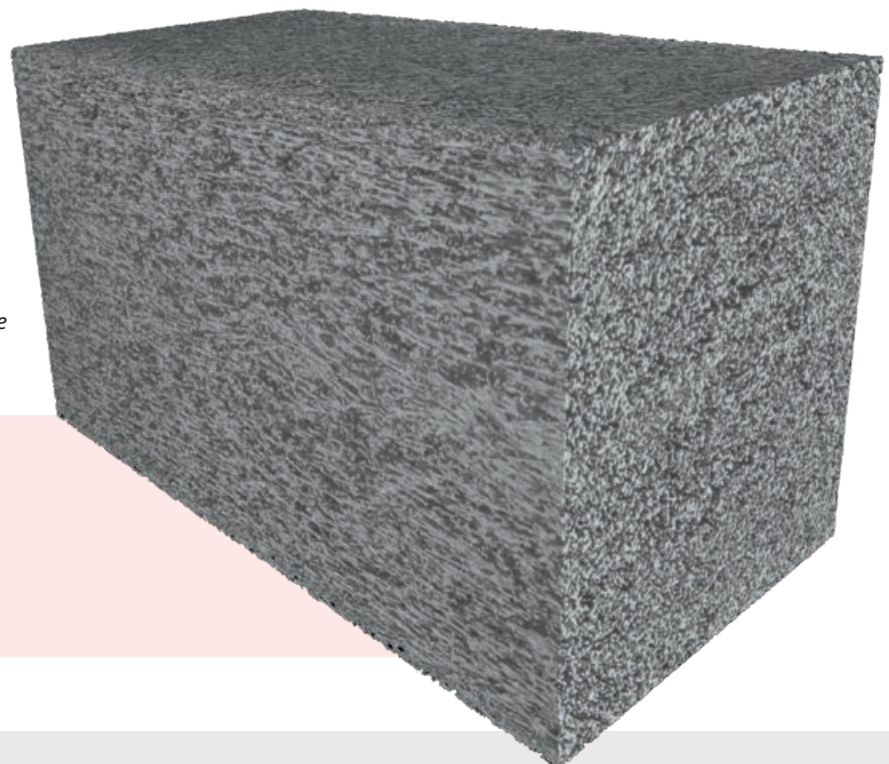
Projektpartner / Partner:

FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.

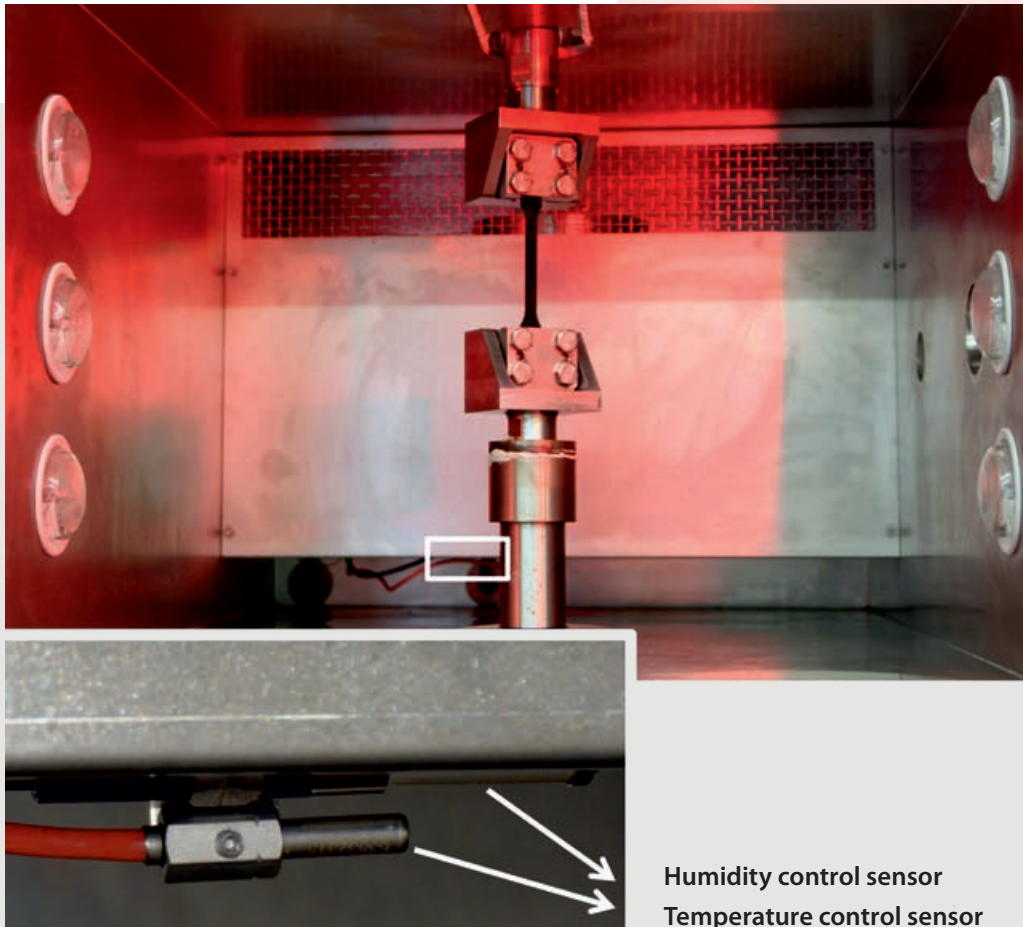
Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung des analytischen Modells für temperaturabhängige Materialeigenschaften für kurzglasfaserverstärkte Thermoplaste unter quasistatischer Belastung.

3D-Mikro-CT-Bild  
eines spritzgegossenen  
Kurzfaserverbundwerkstoffs

*3D micro-CT image  
of injected molded  
short fiber reinforced composite*



Das Projekt „Materialkennwerte“ wird von der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. finanziert (Förderkennzeichen FVA 869 I).



Versuchsaufbau für  
quasistatische  
Zugversuche  
in der Klimakammer

*Test setup for quasi-static  
tensile tests in  
climatic chamber*

Humidity control sensor  
Temperature control sensor

Injection molding is widely used in modern light-weight construction due to a cost effective process and a high degree of manufacturability of complex structures. These structures are usually subjected to varying environmental and loading conditions such as elevated temperature and moisture. Hence, material characteristics taking consideration of temperature and moisture variation are required to design such components. Therefore, this project aims to develop non-linear analytical models which describe mechanical behavior of short glass fiber reinforced thermoplastic subjected to quasi-static loading under different temperatures. Mechanical behavior of thermoplastic material is highly sensitive to the glass transition temperature (below and above the glass transition temperature). Similarly consideration of local fiber distribution and fiber length is also necessary in

order to develop a methodology that can predict realistic proof of strength and life time of the component. This can be done by micro-modelling of test specimen with the help of 3D X-ray microscopy and computer tomography. This micro-mechanical model can further be calibrated in FE-programs. With the help of this analytical model, the FE-program can calculate stress strain behavior considering 5 variables, i.e. fiber orientation, fiber length, fiber content, temperature and humidity. Such material models will ease the creation of a broad data base for material selection and design of polymer components

*The aim of the project is to develop an analytical model for temperature dependent material characteristics for short glass fiber reinforced thermoplastic under quasi-static loading.*

*The project "Material Values" is financed by the Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (funding reference FVA 869 I).*



## Materialmodell für das Kompressionsverhalten bei SMC



Dominic Schommer

Ein Sheet Molding Compound (SMC) ist ein langfaserverstärktes duroplastisches Halbzeug, welches im Fließpressverfahren zu einem fertigen Bauteil verarbeitet wird. Die strukturmechanischen Eigenschaften dieses Bauteils sind stark von prozessinduzierten Eigenschaften wie z. B. Faserorientierung und -verteilung, Fließfrontverläufen, Bindenähten und Lufteinschlüssen abhängig.

Zur Vorhersage dieser Bauteileigenschaften wird eine Prozesssimulation des Fließpressens im kommerziellen FE-Code LS-DYNA® durchgeführt. 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, welches die Folgar-Tucker-Beschreibung der Faserorientierung und Faserinteraktion in kurzfaserverstärkten Materialien verwendet, wird ein User-Defined-Materialmodell 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.

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

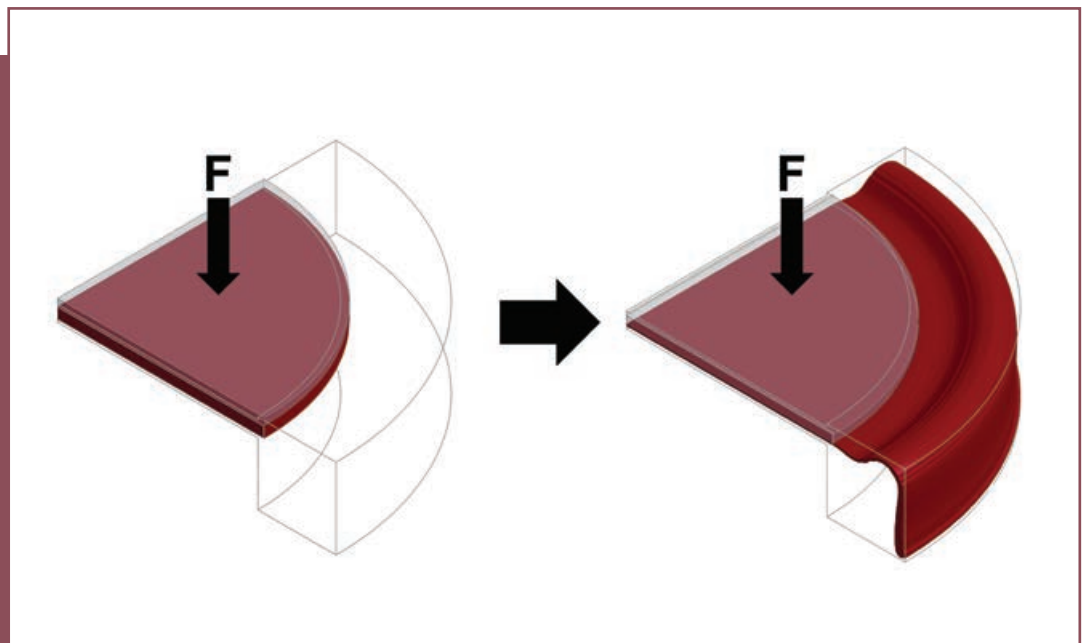


Projektpartner / Partner:

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

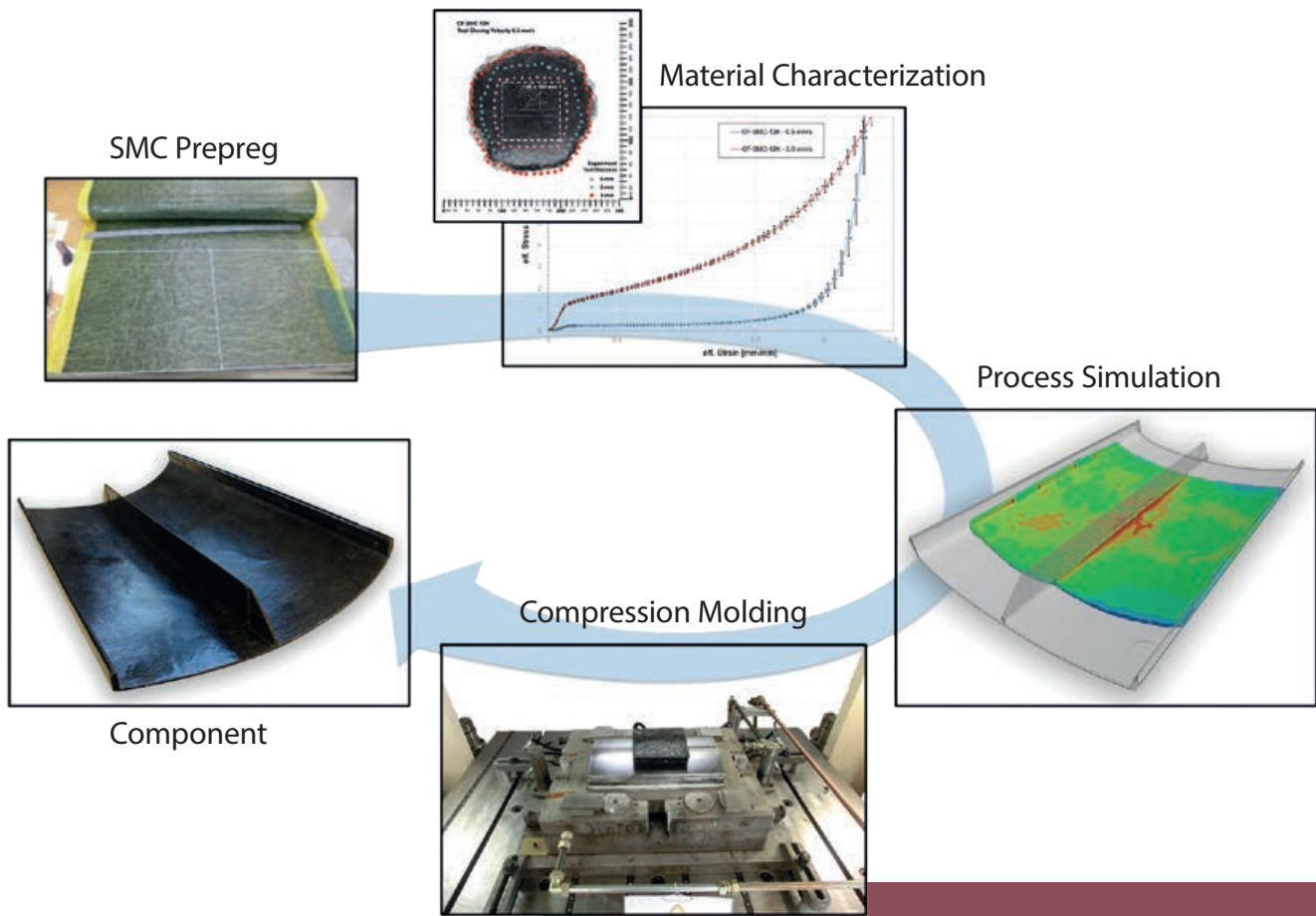
Simulation des Pressrheometermodells zur Verifizierung und Kalibrierung des Materialmodells

*Simulation of the pressrheometry test for purpose and verification and calibration of the material model*



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





SMC-Prozesskette vom Prepreg bis zum fertigen Bauteil

SMC material processing chain from prepreg to finished component

Sheet Molding Compound (SMC) is a long fiber reinforced thermoset prepreg material, which is processed into a finished component by compression molding. The mechanical properties of SMC components are strongly dependent on process-induced properties such as fiber orientation and distribution, flow front development, weld lines and air pores. To predict the component properties, a process simulation of SMC compression molding is carried out in the commercial finite element code LS-DYNA®. The main goal of this project is the development of an accurate material model describing the flow behavior and 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 constructed in 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. Due to the high fiber volume content and long fiber lengths in SMC materials, the description of the flow behavior is based on a solid mechanics formulation.

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

*This project is financed by and 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.*

## MCFK – Stahlfaserverstärktes CFK



Jan Rehra

Duroplastische kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) bieten überlegene gewichtsspezifische mechanische Eigenschaften. Hauptnachteile sind das spröde Versagensverhalten und die daraus resultierende geringe Schadenstoleranz und Strukturintegrität. Darüber hinaus ist die elektrische Leitfähigkeit für bestimmte Anwendungen (z. B. Blitzschutz, elektromagnetische Abschirmung, Erdung) unzureichend. In den bisherigen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Integration duktiler Stahlfasern in CFK eine signifikante Verbesserung der

Schädigungstoleranz und der Crashperformance bei gleichzeitiger Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit ermöglicht. Die eingebetteten Stahlfasern bieten dabei aufgrund ihrer hohen Bruchdehnung nach dem Versagen der spröden Kohlenstofffasern alternative Lastpfade und ermöglichen so eine Lastumlagerung. Das resultierende Nachversagenspotenzial hängt von den Anteilen der verschiedenen Verstärkungsfasern, ihren individuellen Eigenschaften, der Laminatarchitektur und insbesondere den Grenzschichteigenschaften zwischen Faser und Matrix ab.

Aktuelle Arbeiten konzentrieren sich auf die Beschreibung des mechanischen Verhaltens dieses Hybridmaterials und zielen darauf ab, verschiedene Mechanismen im Materialverhalten vor, nach und während der Versagensentwicklung im Werkstoff zu verstehen. Um diese komplexen Zusammenhänge genauer betrachten zu können wird hierfür eine Kombination aus experimentellen Untersuchungen und numerischen Methoden zur Materialcharakterisierung verwendet.

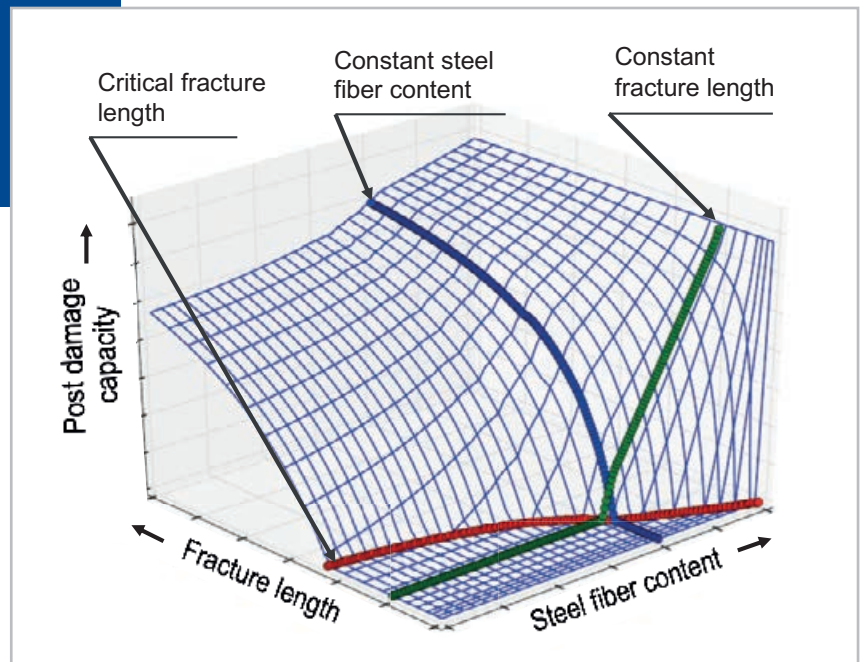


### Projektpartner / Partners:

Institut für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH)  
 Walter-und-Ingeborg-Herrmann-Professur für Leistungultraschall und Technische Funktionswerkstoffe (EFM)  
 Fachbereich Elektrotechnik (MMT)  
 Technische Universität Kaiserslautern

Zusammenhang zwischen Brucheinflusszone, Stahlfaseranteil und Nachversagensperformance für stahlfaserverstärktes CFK

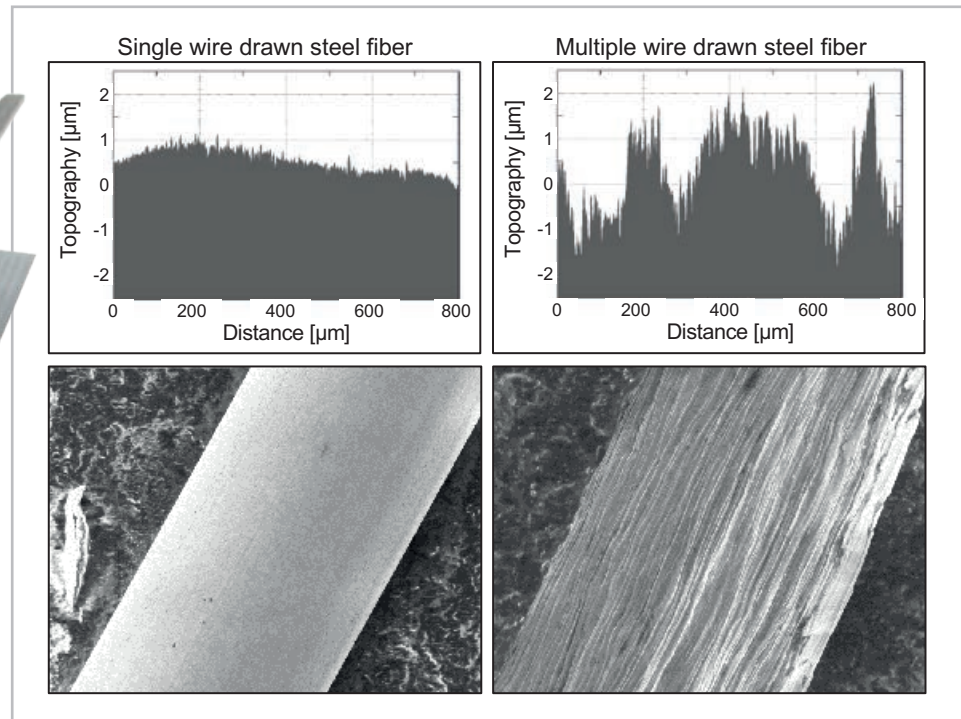
*Dependency between fracture length, steel fiber content and post-damage performance for steel fiber reinforced CFRP*



Das Projekt „Multifunktionale **Metall-C-Faser-Kunststoffe (MCFK): Modellierung und Eigenschaftscharakterisierung für schadenstolerante, leitfähige und überwachbare Leichtbauanwendungen**“ wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert (DFG Förderkennzeichen BR 4262/2-2 und BA 4073/6-2).

Gegenüberstellung  
von C-Profilen aus MCFK und CFK

Comparison of C-profiles  
made of MCFRP and CFRP



Gegenüberstellung der Oberflächen von im Bündel  
gezogenen und einzeln gezogenen Stahlfasern

Comparison of the surfaces of bundled and single wire  
drawn steel fibers

Thermoset carbon fiber reinforced polymer (CFRP) offers superior weight-specific mechanical properties. Major drawbacks are their brittle failure behavior and their resulting limited structural integrity and the low damage tolerance for impact and crash load cases. Furthermore, the electrical conductivity is insufficient for certain applications (e.g. lightning strike protection, electromagnetic shielding, grounding). Previous investigations have shown that the integration of ductile continuous steel fibers into CFRP enables significant enhancements of its damage tolerance and crash performance while simultaneously improving the electrical conductivity. Due to their high strain at failure, the embedded steel fibers provide alternative load paths after failure of the brittle carbon fibers. The resulting post damage performance of the hybrid composite depends on the proportions of the different types of rein-

forcing fibers, their individual properties, the laminate architecture, and particularly on the fiber resin adhesion.

The present work focuses on the description of the mechanical behavior of this hybrid material and targets the knowledge about the different mechanisms in the material behavior before, after and during failure development. In order to be able to take a closer look at these complex relationships, a combination of experimental investigations and numerical methods for material characterization is used.

**DFG** Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

The project "Multifunctional **Metal-Carbon-Fiber Reinforced Plastics (MCFRP): Modeling and Material Characterization for Damage Tolerant, Conductive and Monitorable Lightweight Construction Applications**" is supported by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (DFG funding reference BR 4262/2-2 and BA 4073/6-2).

## Mechanische Charakterisierung von CFK-Wasserstofftank-Segmenten

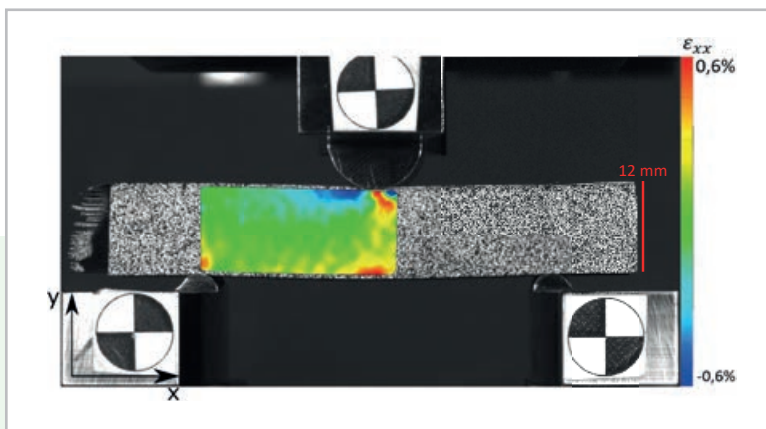


Stefan Schmidt

Für zukünftige Fahrzeuge mit wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen ist die Crashesicherheit ein essentieller Punkt, der u.A. durch adäquate mechanische Simulationen bewertet werden kann. Zur Simulation von dickwandigen Wasserstofftanks aus CFK wiederum wird eine breite quasistatische und dynamische Versuchsdatenbasis auf Coupon- und Bauteilebene benötigt, um das Schädigungsverhalten tiefergehend zu verstehen und basierend darauf

Berechnungsmodelle aufzubauen und zu validieren. Dieser Aufgabe widmet sich das IVW zusammen mit den Projektpartnern. Dabei werden vorwiegend Ringprüfkörper als vereinfachte Geometrie untersucht. Umfassende Ringdruckversuche mit Belastung in Radialrichtung zeigten ein bevorzugtes Versagensverhalten durch Delamination, welches stark von der Geometrie der Prüfkörper abhängt. Das Prüfprogramm umfasst weitere unterschiedliche Versuche (z. B. Biegung, Split Disk oder Impact) an unterschiedlichen Prüfkörpertypen zur Abbildung weiterer Spannungszustände und Belastungsszenarien auch unter Berücksichtigung des dehnratenabhängigen Werkstoffverhaltens.

Ziel des Projektes ist eine umfassende Werkstoffcharakterisierung auf Coupon- und Bauteilebene zur Bedatung und Validierung eines numerischen Berechnungsmodells für dickwandige CFK Rohre.

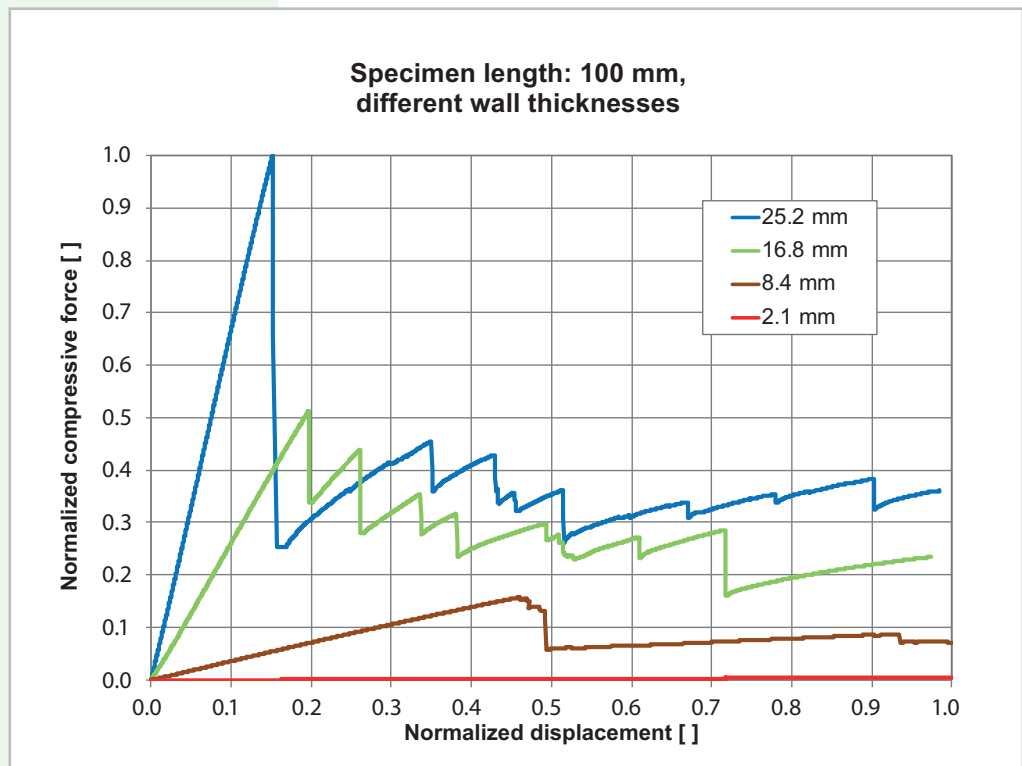


Kurzbiegeversuch eines Ringsegments mit Überblendung der optisch ermittelten Längsdehnung

*Short beam bending test of a ring segment super-imposed with optically measured longitudinal strain*

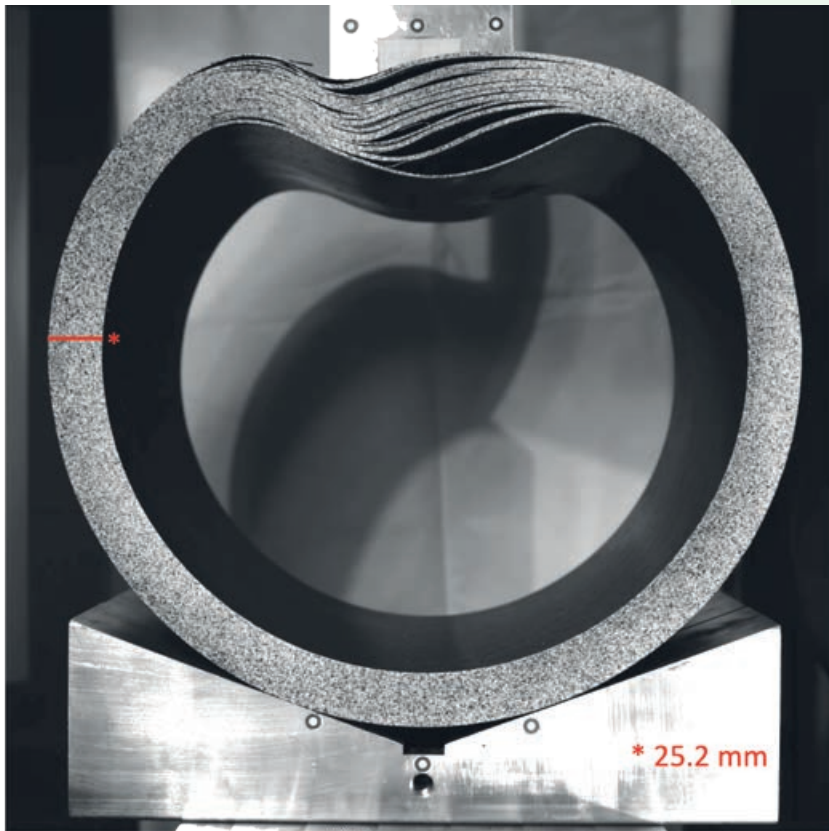
Exemplarische Kraft-Weg-Kurven von Ringproben verschiedener Geometrien

*Force displacement curves of differently sized ring specimens*



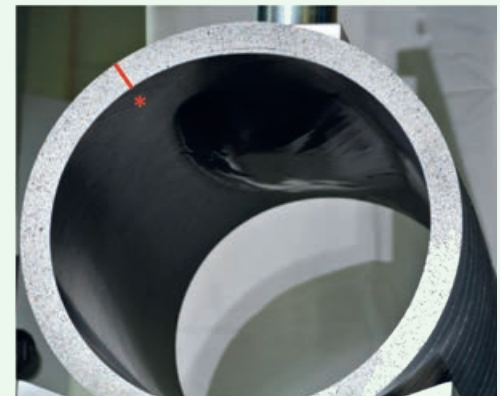
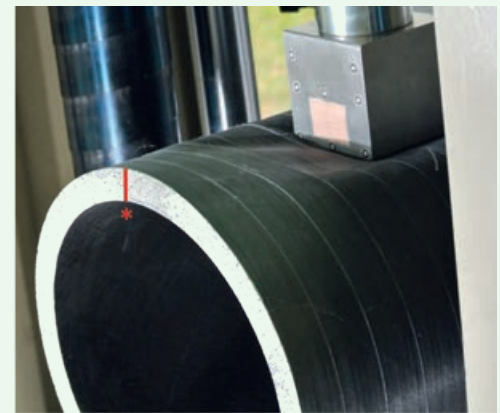
Wir danken den Projektpartnern für die positive Zusammenarbeit während des Projektes.





Druckversuch an Ring-Proben  
links: Durchgehende Delaminationen  
einer 300 mm langen Probe  
rechts: Lokales Eindrücken  
einer 500 mm langen Probe

*Compressive testing on ring specimens  
left: Continuous delaminations  
in a 300 mm long specimen  
right: Local indentation  
in a 500 mm long specimen*



Future vehicles with fuel cells running on hydrogen require high crash safety, which is addressed by, inter alia, adequate mechanical simulations. Simulations of thick walled CFRP hydrogen tanks, however, need a broad basis of quasistatic and dynamic mechanical characterization on material and component level for a deeper understanding of failure behavior and consequently as appropriate input and validation parameters. This task is addressed by IVW and the project partners. Ring segments are used as predominant specimen types. Comprehensive ring compression tests in radial direction of the load application showed a failure mode based on delamination, which depends on the specimen's geometry. The testing matrix includes several additional tests for different specimen types (e.g. bending, split disk and impact), taking into account different states of stress and load cases also including strain rate dependent material behavior.

*This project aims at a comprehensive mechanical characterization on coupon and component level to provide input and validation values for computational modelling of thick walled CFRP tubular structures.*

*We would like to thank our project partners for the positive cooperation during the project.*

## Mediendichtheit



Andreas Baumann

Die mediendichte Konstruktion und Gestaltung von Gehäusen und Behältern stellt eine wichtige Anforderung im Fahrzeugbau dar. Hierbei steht einerseits die Dichtheit gegen äußere Umwelteinflüsse im Fokus, aber auch die sichere Führung von Betriebsstoffen im geschlossenen System. Faserverstärkte Kunststoffe vereinen in beiden Anwendungsbereichen hohe Funktionalität mit nur wenigen geometrischen Limitierungen. Die Anwendungen reichen von kurzglasfaserverstärkten Kunststoffgehäusen für Elektro-

nikkomponenten bis hin zu strukturintegrierten endlosfaserverstärkten Betriebsstoffbehältern.

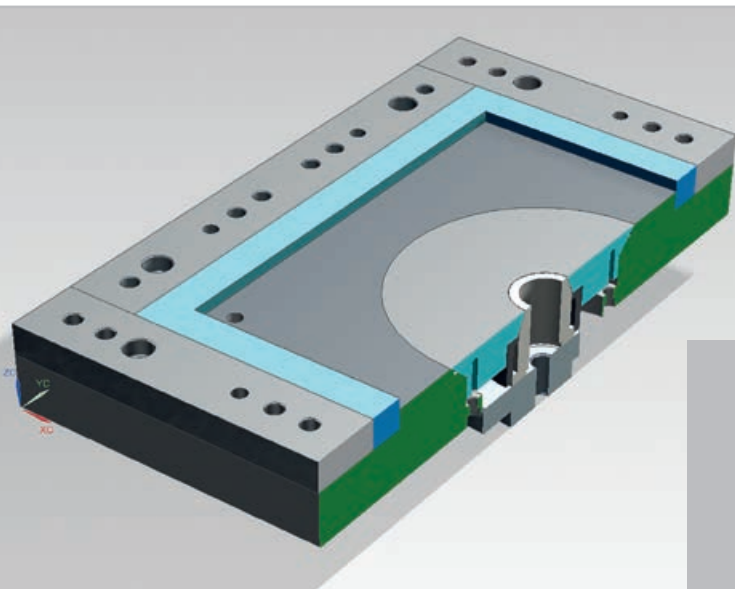
Die Gestaltung von metallischen Durchführungen in Form von elektrischen Kontakten sowie zur Zu- und Abfuhr von Betriebsstoffen stellt eine Herausforderung dar. Zur optimalen Gestaltung von Durchführungen hinsichtlich dauerhafter Dichtigkeit ist es erforderlich, die Wirkzusammenhänge zwischen dem umgebenden faserverstärkten Kunststoff, der metallischen Durchführung sowie der wirkenden Umwelt- und Betriebslasten zu kennen und über die Einsatzdauer beschreiben zu können. Durch die systematische Variation und experimentelle Untersuchung werden diese nach aktuellem Stand noch wenig bekannten Wirkzusammenhänge erfasst. Berücksichtigt werden dabei sowohl thermische als auch mechanische Lasten durch z.B. Anbindungsteile wie Kabelstränge und Rohrleitungen.

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



**Projektpartner / Partners:**

FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.  
LKT Lehrstuhl für Kunststofftechnik der FAU Erlangen

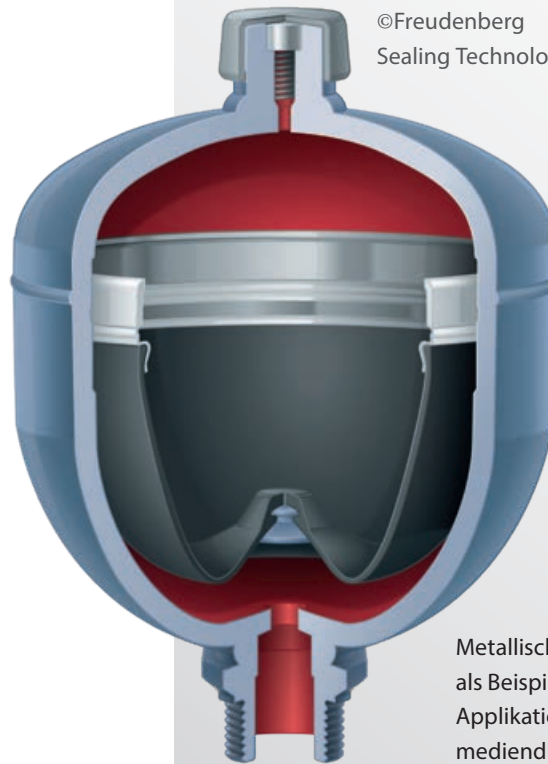


Werkzeughälfte eines modularen RTM (Resin Transfer Molding) Werkzeuges zur Herstellung von Platten mit metallischem Einleger und unterschiedlichen Durchmessern  
*Open mold of a modular RTM (Resin Transfer Molding) tooling for the manufacturing of plates with metallic insert varying in diameter*

Das Projekt „Mediendichtheit – Mediendichte metallische Durchführungen für Kunststoffgehäuse/ -behälter unter anwendungsnahen Bedingungen“ wird im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20298N/2).

Durable media tightness is a major requirement for casings and vessels in the automotive industry. Tightness has to be achieved for electrical transmissions in electronic housings as well as for vessels containing fuels or other working fluids. Therefore, it is sometimes necessary to keep ambient fluids outside for protection of electrical components, or in case of vessels to keep fluids in an enclosed space. Fiber-reinforced plastics are well known for their beneficial properties, hence they are used also for electrical housings and vessels. Electrical housings are typically made of short fiber thermoplastics, whereas vessels for working fluids make use of continuous fiber reinforcement. One major challenge is the design of the metallic feedthrough for electrical connections and connections to piping systems. To meet this challenge it is necessary to understand the interaction of metallic feedthrough, surrounding composite as well as ambient and service loads. Systematic variation and experimental validation should gather insights into those governing interactions. This investigation focuses on thermal and mechanical loads which could be for example radiated heat of motors or acting forces due to connected wiring or piping.

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



©Freudenberg  
Sealing Technologies GmbH & Co. KG

Metallischer Hydrospeicher als Beispiel für zukünftige Applikationen mediendichter Durchführungen in Faserverbundbauteilen

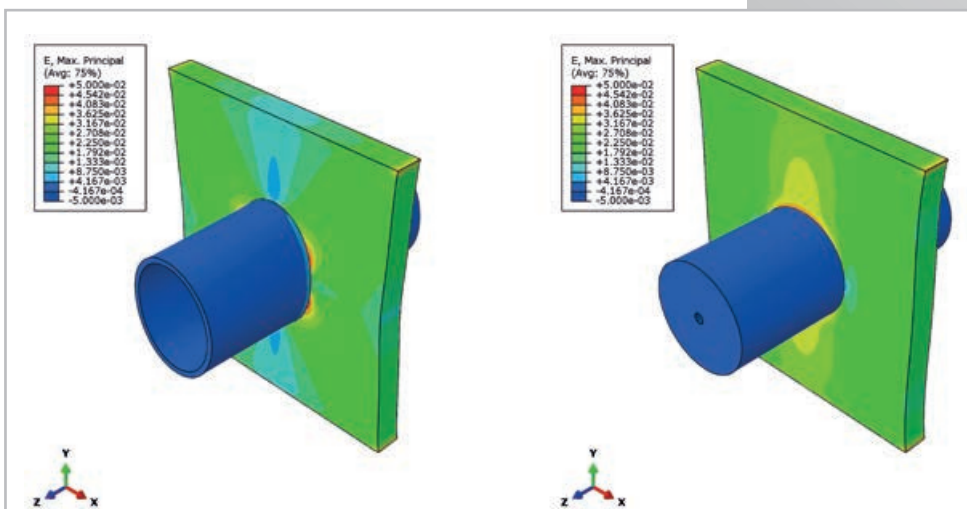
Current metallic hydraulic accumulator as an example for the future application of media tight feedthroughs in composite components

Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Energy

on the basis of a decision  
by the German Bundestag



Einfluss der Rohrwandstärke einer Mediendurchführung auf die Dehnungsüberhöhung im Laminate für die Extremfälle sehr großer und geringer Wandstärken (1 mm links; 9 mm rechts)

Strain distribution in a laminate due to different wall thicknesses in extr sometimes eme cases of very thick and thin walls (1 mm left; 9 mm right)

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



## Next-Move – Concepts of Next Generation of Moveables



Thomas Rief

Im Verbundprojekt Next-Move wird eine Methodik zur Herstellung komplexer Hohlstrukturen aus Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) entwickelt. Dabei werden Kernstrukturen aus FKV speziell vorbehandelt, sodass 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 demonstrierbaren 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 wurden die Aushärtung des Kernmaterials umfassend charakterisiert und die Verbindungseigenschaften zwischen Kern und Deckschichten experimentell überprüft. Aktuell läuft die Fertigung mehrerer Demonstratorstrukturen unter Nutzung von strukturellen Kernen, die hinsichtlich ihres Lagenaufbaus und Teilaushärtegrads optimiert sind. Der Demonstrator stellt dabei exemplarisch einen Landeklappenabschnitts aus dem Luftfahrtbereich dar. Die hergestellten Strukturen werden abschließend geprüft und mit der herkömmlichen Bauweise verglichen.

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



### Projektpartner / Partners:

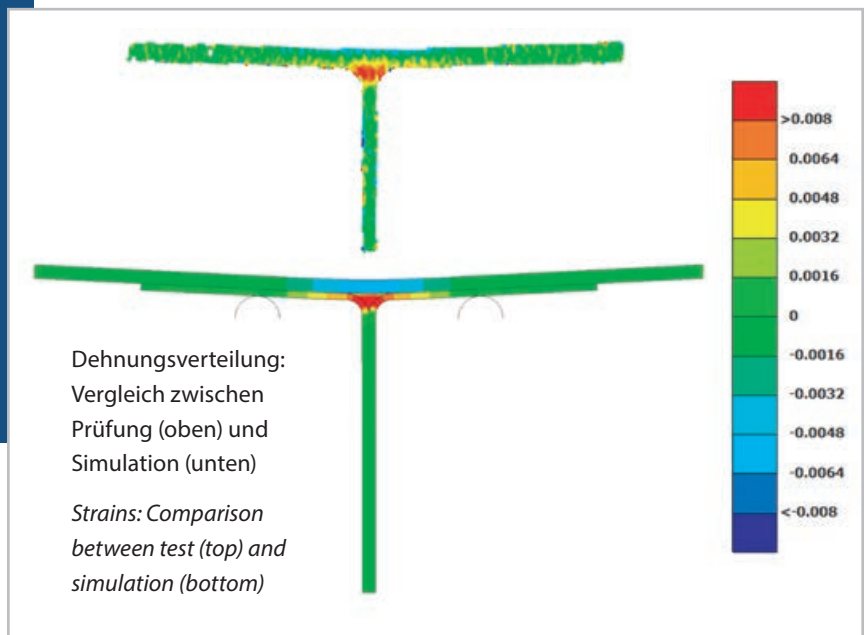
- Airbus Group Innovations
- Airbus Helicopters (Unterauftragnehmer)
- Airbus Operations GmbH
- bime – Bremer Institut für Strukturmechanik und Produktionsanlagen
- CTC - Composite Technology Center GmbH Stade (Unterauftragnehmer)
- DLR – German Aerospace Center
- FST – Institut für Flugzeugsystemtechnik
- 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:**



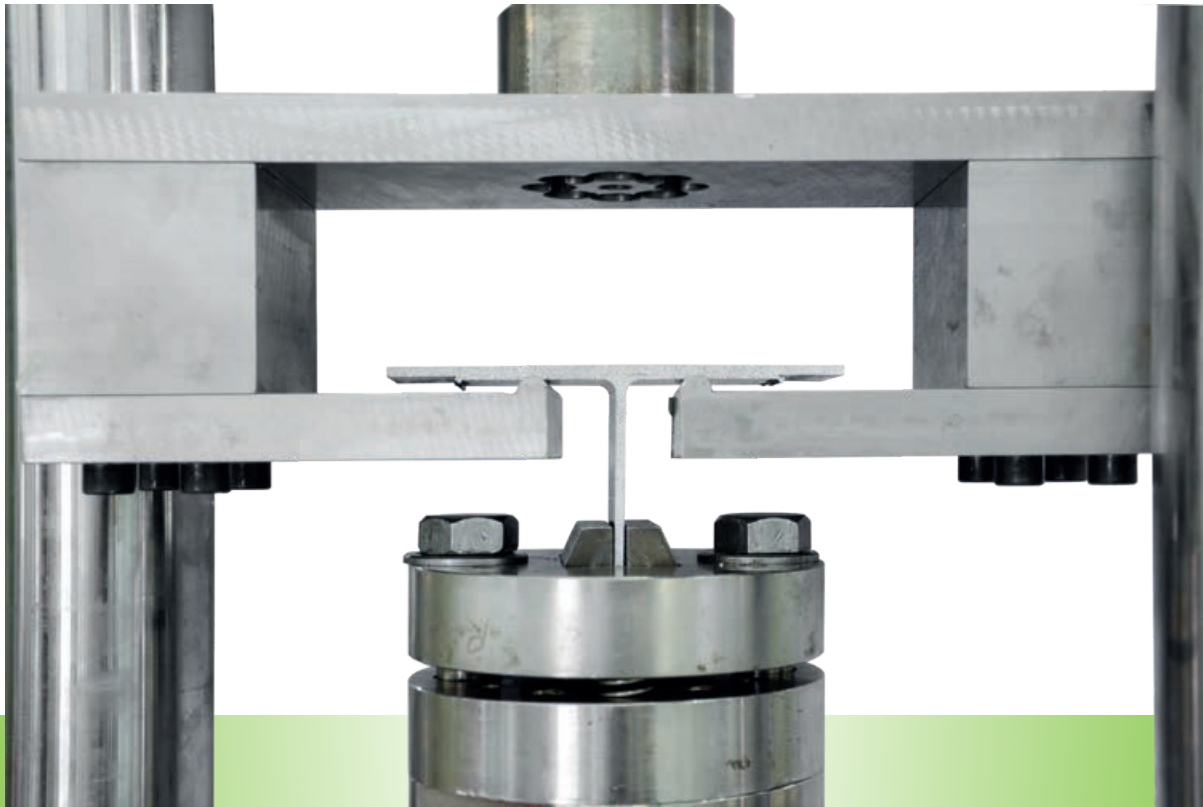
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

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).





Prüfaufbau: T-Joint unter Zug

Experimental Setup: T-Pull Test

Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Energy

on the basis of a decision  
by the German Bundestag

*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, example structures of an aerospace landing flap section are being manufactured using structural cores, which are optimized regarding their layup and degree of cure. The manufactured structures will be tested and compared to a referential structure.*

*The project Next-Move 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).*



Julian Weber

## OSFIT – One-Shot Fully Integrated Thermoplastic Frame

Im Luftfahrtforschungsprojekt OSFIT (One Shot Fully Integrated Thermoplastic Frame) wird eine Prozesstechnik entwickelt, um thermoplastische Integralspante zu fertigen. Angelehnt an eine heutige CFK-Rumpfschalenbauweise soll die Substitution der bislang zum Einsatz kommenden duroplastischen Matrices die Anwendung von Umform- und Schweißverfahren erlauben. Das IVW beschäftigt sich im Laufe der Projektlaufzeit von 4 Jahren (2018–2021) mit der Entwicklung eines Umform-Fügekonzepts, das vorsieht, Versteifungselemente mittels Co-Konsolidierung im Thermoformprozess der Spant-Preforms zu fügen, sodass deren Montage im Nachgang entfällt. Der Ausgleich von Spaltmaßtoleranzen zwischen der Rumpfstruk-

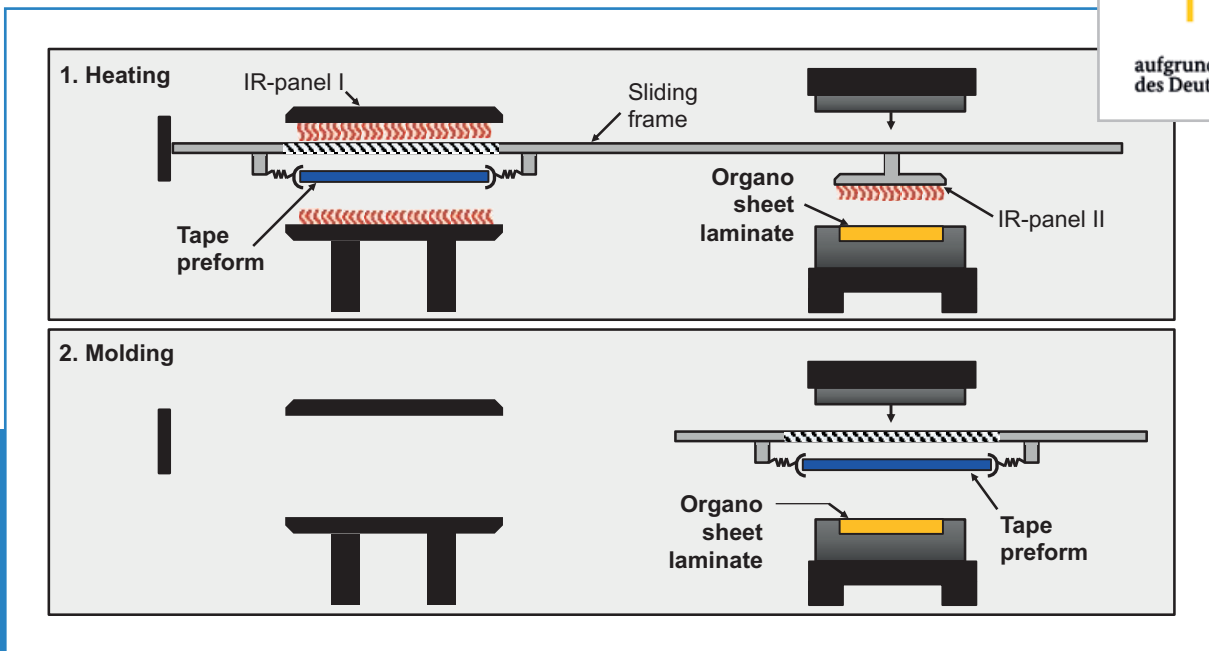
tur und den Integralspanten wird im 3D-Druckverfahren an Ort und Stelle der Montage umgesetzt. Eine Simulation des Umformvorgangs soll die Auswahl der Tapelegeparameter mit Hinblick auf den Grad der Preformkonsolidierung optimieren und gleichermaßen Spring-In bzw. Spring-Back Effekte voraussagen.

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

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Projektpartner / Partners:

Automotive Center Südwestfalen GmbH

Fraunhofer IFAM

Fraunhofer IGCV

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

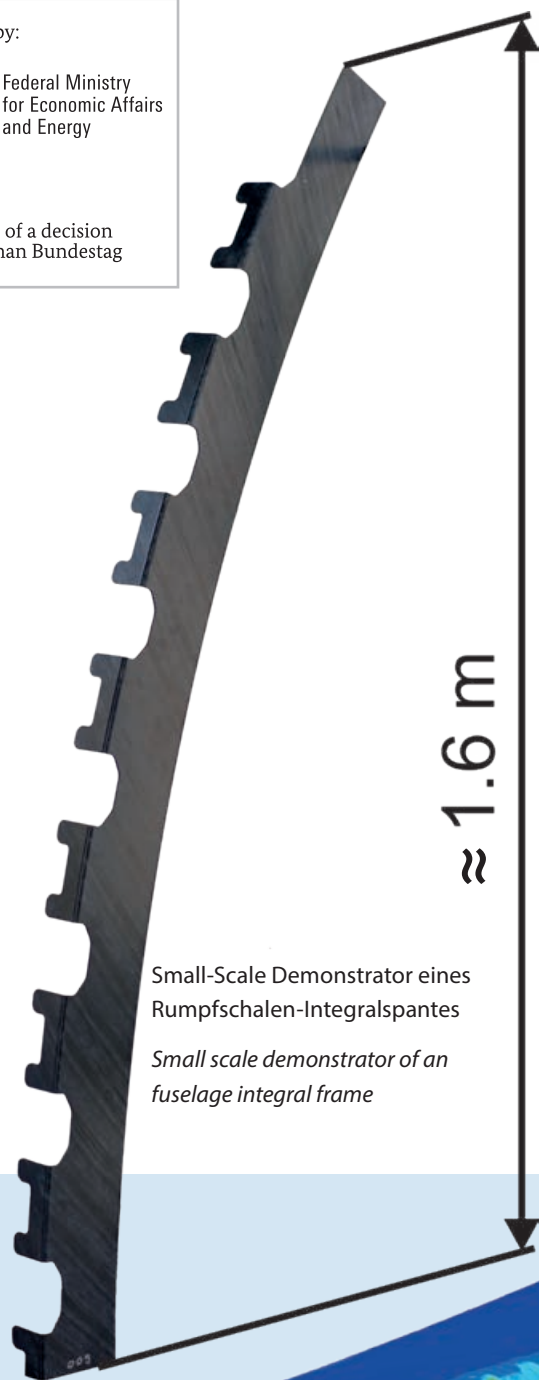
Premium AEROTEC GmbH

One-Shot-Methodik: Co-Konsolidierung einer Tape-Preform (großflächiges Strukturbauteil) und einem Organoblech-Laminat (Verstärkung)

*One-shot methodology: co-consolidation of tape preform (large area structural component) and organo sheet laminate (reinforcement)*

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

Supported by:

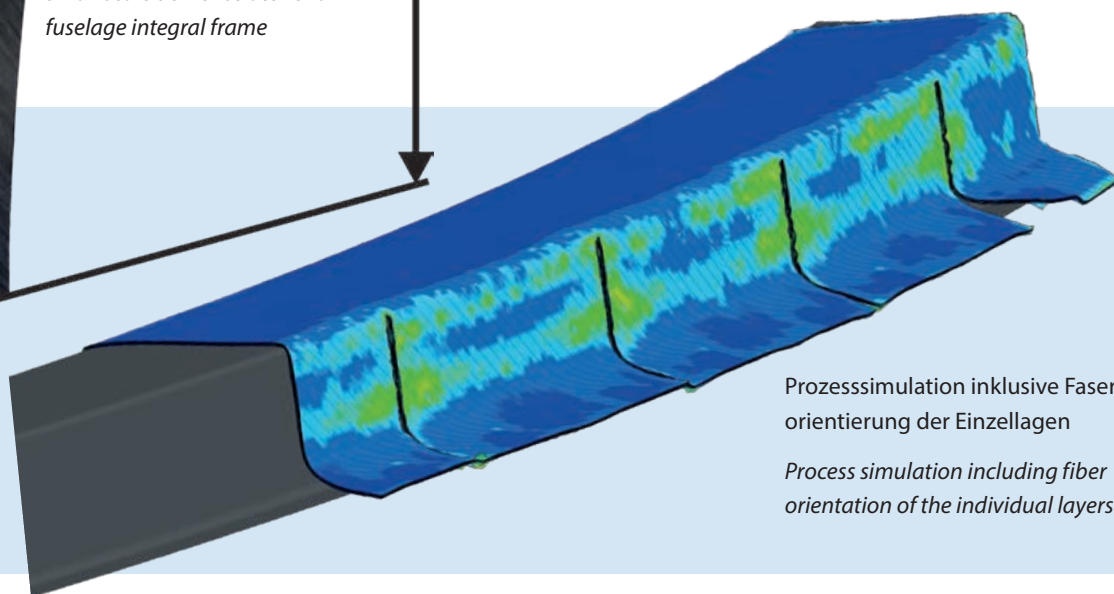
Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Energyon the basis of a decision  
by the German Bundestag

≈ 1.6 m

Small-Scale Demonstrator eines  
Rumpfschalen-IntegralspantesSmall scale demonstrator of an  
fuselage integral frame

In the aviation research project OSFIT (One Shot Fully Integrated Thermoplastic Frame), a process technology is being developed to produce thermoplastic integral frames. Based on current composite fuselage structures, the substitution of the previously used thermoset matrices will allow the application of rapid forming and welding processes. In the course of the project duration of 4 years (2018–2021), IVW will develop an one-shot concept (forming and joining), which provides for the joining of stiffening elements by means of co-consolidation in stamp-forming process of tape-preforms. Their subsequent costly assembly is no longer necessary. Gaps due to component tolerances of the fuselage structure and the integral frames are shimmed by means of 3D-printing during frame assembly. A simulation of the forming process helps to optimize the selection of the tape laying parameters with regard to preform consolidation and prediction of spring-in and spring-back effects.

The aim is to develop a highly automated manufacturing process for CFRP aircraft frames with thermoplastic matrix. The integral design is intended to save costs and time in production.

Prozesssimulation inklusive Faser-  
orientierung der EinzellagenProcess simulation including fiber  
orientation of the individual layers

The project "OSFIT – One-Shot Fully Integrated 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).



Florian Schimmer

## ProClimb – Faser-Kunststoff-Verbund-Beschlagteile für Gurtsysteme

An Beschlagteile von Klettergurtsystemen für Arbeiten in großer Höhe, wie z. B. bei Bau und Wartung von Freileitungen und Windkraftanlagen, werden hohe Anforderungen gestellt. Für die sichere und ergonomische Arbeit sind ein niedrigeres Gewicht des Gesamtsystems, die Sicherstellung der elektrischen Isolierwirkung der Beschlagteile und die Beständigkeit in widrigen Umgebungsbedingungen besonders wichtig. Derzeit werden die Beschlagteile aus Metallen oder Leichtmetallen hergestellt. Im Rahmen des Projektes ProClimb sollen erstmals Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) zur Herstellung solcher Beschlagtei-

le eingesetzt werden. Dabei ergibt sich ein großes Optimierungspotenzial aufgrund der sehr guten spezifischen Festigkeit und Steifigkeit sowie der elektrischen Isolation und Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen von FKV. Kernpunkte der Entwicklungen sind vor allem vom Projektpartner INOBELT in einem neuartigen Prozess umwobene Faserstränge und entsprechende bauteilgerechte Preforming- und Injektionstechniken. Um eine hohe Leichtbaugüte zu erzielen wird seitens des IVW ein parametrisches Finite-Elemente-Modell erstellt, um faserverbundgerechte Auslegungsvorschriften und Konstruktionshinweise für beliebige Beschlagteile abzuleiten.

Projektpartner / Partner:  
INOBELT GmbH



Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Beschlagteilen für Klettergurtsysteme aus faserverstärktem Kunststoff. Dabei werden eine Gewichtseinsparung zur Ergonomiesteigerung, eine Verbesserung der Isolationswirkung zur Vermeidung von elektrischen Spannungsüberschlägen und eine Erhöhung der Lebensdauer beim Einsatz unter widrigen Bedingungen angestrebt.

Gefördert durch:

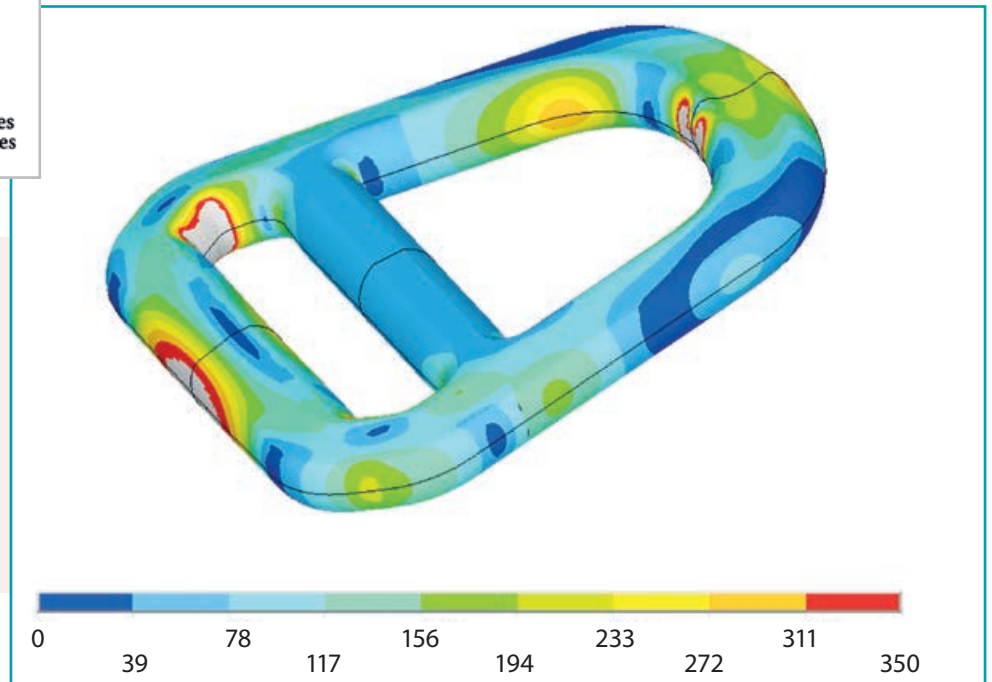


Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Von Mises-Spannung des metallischen Referenz-Beschlagteils im Zuglastfall

*Von Mises stress of the metallic reference hardware part under tensile loading*



Das Projekt „ProClimb – Faser-Kunststoff-Verbund-Beschlagteile für Gurtsysteme zur Personensicherung bei industriellen Höhenarbeiten“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052312EB6).





Foto: SKYLOTEC GmbH

Beispiele für  
Beschlagteile an  
Klettergurtsystemen

Examples for  
hardware parts on  
climbing harness

High demands are placed on climbing harness systems for working at high altitudes, e.g. in the construction and maintenance of overhead lines and wind power plants. For safe and ergonomic working, a lower weight of the overall system, ensuring the electrical insulation effect of the hardware parts and resistance in adverse environmental conditions are particularly important. Currently, the hardware parts are made of metals or light metals. Within the project ProClimb, fiber reinforced polymer composites (FRP) will be used for the production of such hardware parts for the first time. This results in a great potential for optimization due to the very good specific strength and stiffness as well as the electrical insulation and resistance to environmental influences of FRP. The main focus of the developments is on woven fiber strands manufactured by the project partner INOBELT and corresponding preforming and injection techniques. To achieve a high level of light-

weight construction, IVW is developing a parametric finite element model, which allows to derive design specifications and construction guidelines for hardware components made of FRP.

The aim of the project is the development of hardware parts for climbing harnesses made of fiber reinforced polymer composites. Thereby, a weight reduction improving the ergonomics, an improvement in the insulation effect to avoid electric voltage surges and an increase in the service lifetime during use under adverse conditions is targeted.



Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Energy

on the basis of a decision  
by the German Bundestag

The project "ProClimb – Hardware parts made of fiber-reinforced-plastic-composite for belt systems for personal safety during work on tall structures" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052312EB6).



Alexander Nuhn

## pro-TPC-Struktur – Optimale Faserverteilung

Hybride Werkstoffkombinationen zeichnen sich dadurch aus, dass im idealen Fall die Vorteile beider Komponenten genutzt werden können um optimale und für den Anwendungsfall maßgeschneiderte Eigenschaften des Hybridbauteils zu erzielen. Thermoplastische Composites (TPC) besitzen gegenüber den duroplastischen Varianten deutliche Vorteile wie geringere Zykluszeiten, Wiederaufschmelzbarkeit, Schweißbarkeit und Recyclingfähigkeit. Im Projekt pro-TPC-Struktur werden thermoplastische endlosfaserverstärkte Einleger mit thermoplastischem kurzfaserverstärktem Spritzgussmaterial kombiniert, gemäß der Maxime – The right material at the right

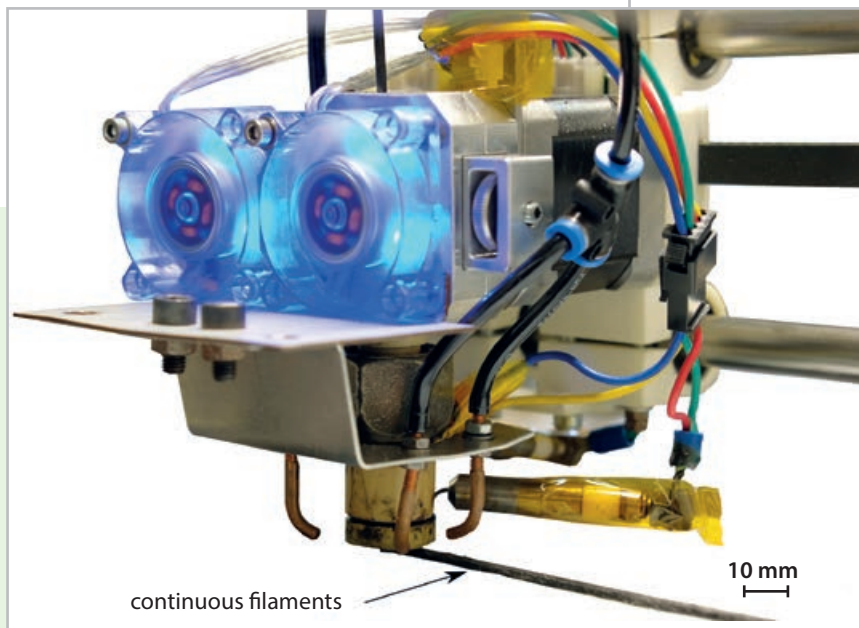
place! Hierbei werden die vergleichsweise teuren Endlosfaserkomponenten entlang der Hauptlastpfade ausgerichtet und nur dort eingesetzt, wo sie wirklich gebraucht werden. Eine Herausforderung stellt die Fixierung der vorbehandelten Einleger im Spritzgusswerkzeug dar, in welchem sie nicht nur angespritzt, sondern vollständig umspritzt werden. Die geforderte stoffschlüssige Verbindung zwischen Einleger und Spritzgussmasse eröffnet neue Möglichkeiten der Lasteinleitung, Stabilität und Funktionsintegration. Als erster Demonstrator wurde eine Koppelstange gewählt.

Ziel von pro-TPC-Struktur ist die Herstellung von materialeffizienten, hybriden Bauteilen durch die Kombination von thermoplastischen endlosfaserverstärkten Einlegern mit thermoplastischem kurzfaserverstärktem Spritzgussmaterial.



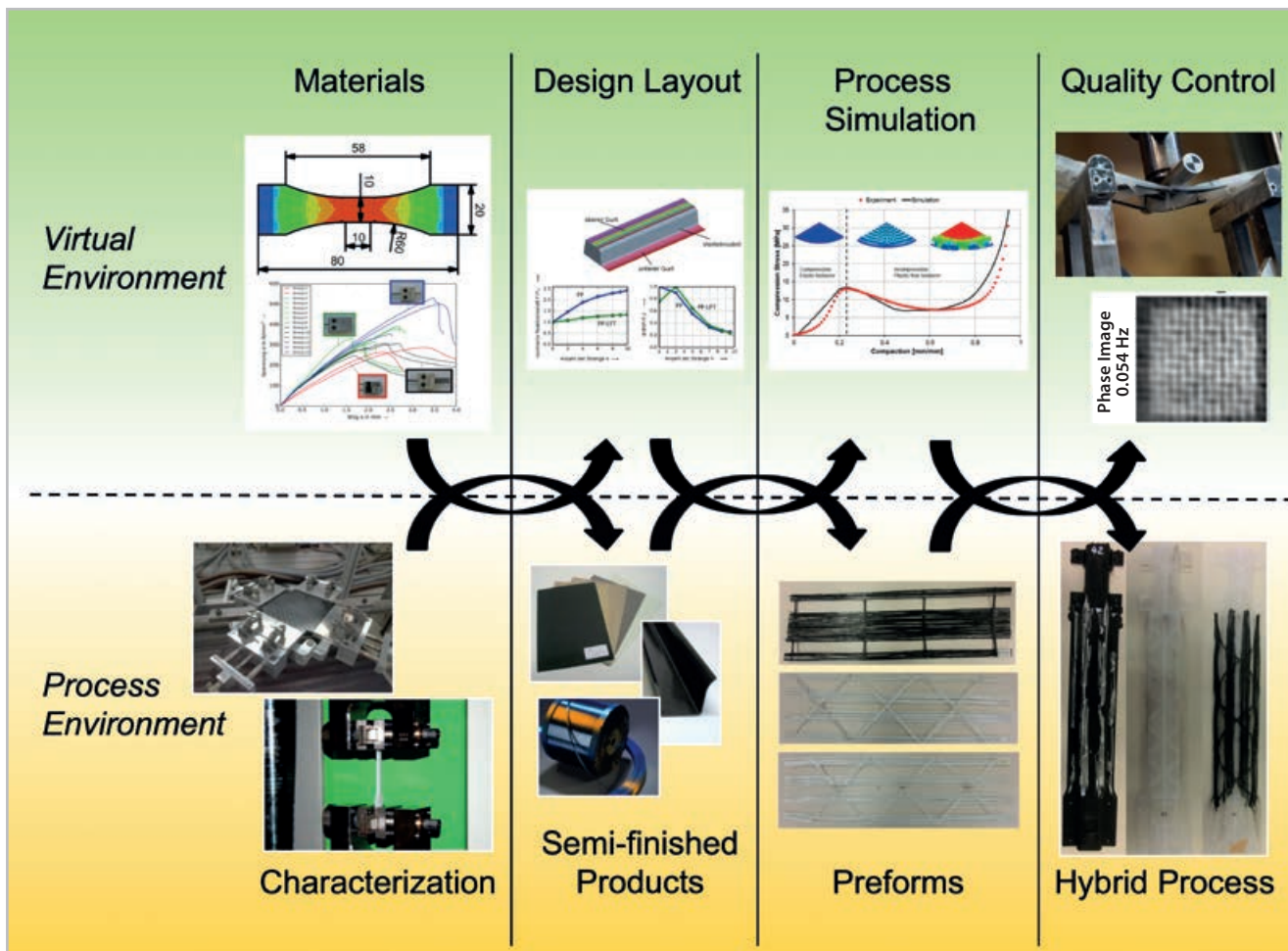
**Rheinland-Pfalz**

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



Drucken endlosfaserverstärkter Einleger  
*Printing of continuous fiber reinforced inserts*

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



Hybrid material combinations are characterized by the advantages of both components to achieve optimal, tailored properties of the hybrid structural part. Thermoplastic composites (TPC) have several distinct advantages in comparison to their thermoset counterparts such as short cycle times, re-meltability, weldability and recyclability. In the pro-TPC-structure project thermoplastic continuous-fiber-reinforced inserts are combined with thermoplastic short-fiber-reinforced injection molding material. According to the maxim: "The right material at the right place!" The comparatively expensive endless fiber components are aligned along the main load paths and only used where they are actually needed. One challenge is to fix the pre-treated inserts in the injection mold, in which they are not only injected,

Vernetzter Entwicklungsprozess  
Integrated development process

but completely overmolded. The required material bond between the insert and the injection molding compound opens up new possibilities for load application, stability and functional integration. As first demonstrator a coupling rod was chosen.

The target of pro-TPC-Structure is the production of material efficient hybrid components by combining thermoplastic continuous fiber reinforced inserts with thermoplastic short fiber reinforced injection molding material.

The project "pro-TPC-Structure - Development Process Chain for the Optimized Use of Fiber Reinforced Thermoplastics (TPC) in Functionalized Structural Components" is funded by the European Regional Development Fund (ERDF) and the Ministry of Economics, Transport, Agriculture, and Viticulture (MWVLW) (funding reference 84002807).



## rCF-Mobil – Recycelte Hochleistungscomposite für den Fahrzeugbau



David May

Im Forschungsprojekt rCF-Mobil sollen Verschnittabfälle, die bei der Verarbeitung von Kohlenstoffasertextilien anfallen, in einem neuartigen Fertigungsprozess erneut 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 dann in einem eigens konzipierten 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 gepresst 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.



Projektpartner / Partners:

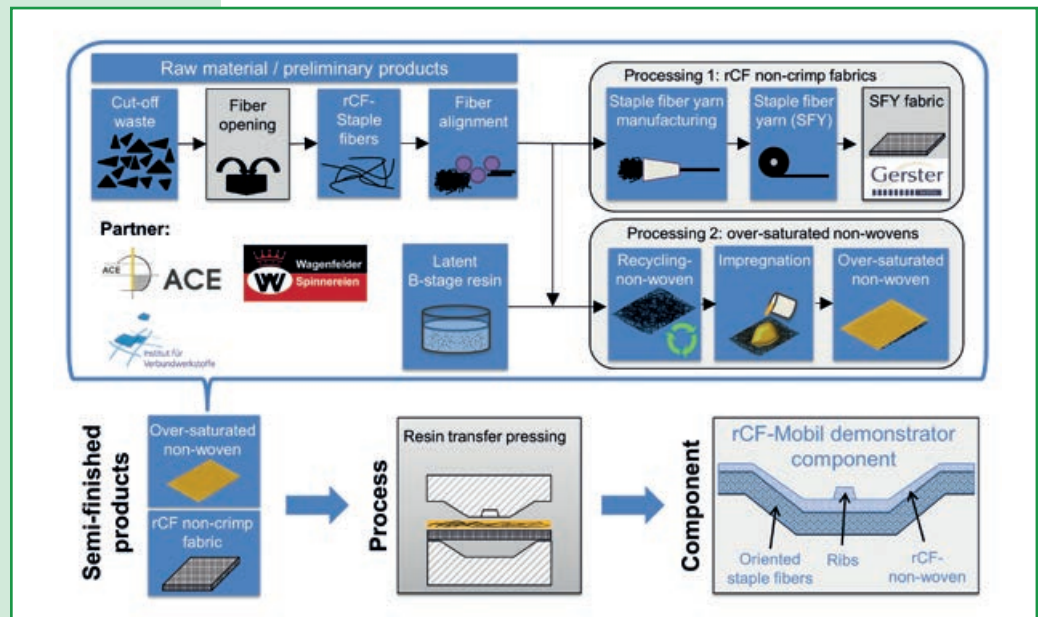
- ACE Advanced Composite Engineering GmbH
- Composites United e.V.
- Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
- Wagenfelder Spinnereien GmbH

Die Prozessentwicklung ist bereits im fortgeschrittenen Stadium. So konnte ein Epoxidharz-System erfolgreich mit einer B-Stage-Funktionalität ausgestattet werden. rCF-Vliese wurden im industrienahen Prozess übersättigt. Aktuell wird der HTP-Prozess an ebenen Platten charakterisiert, wobei die im Projekt entwickelten Materialien zum Einsatz kommen. Der Composites United e.V. verantwortet im Rahmen des neuen Förderprogramms "KMU-NetC" die Projektkoordination.



Prozesskette Halbzeuherstellung und Harztransferpressen

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



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).



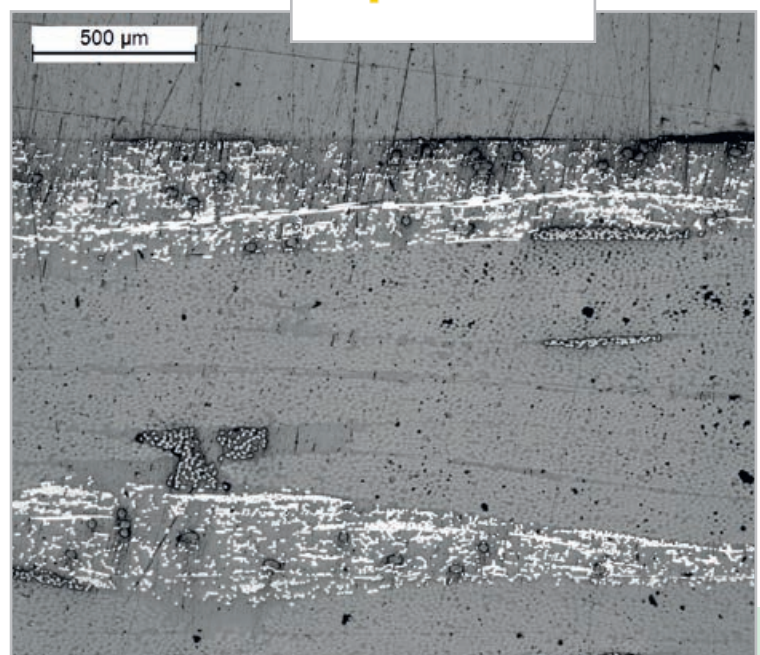


Das Projektziel: mittels eines neuen Prozesses, dem Harztransferpressen (HTP), Produktionsabfälle wieder in die Anwendung zu bringen

*The project goal is to use a novel process, called resin transfer pressing (RTP), for the recycling and reuse of manufacturing waste*

*In the rCF-Mobil research project, cut-off waste generated during the processing of carbon fiber textiles is to be reused as load oriented fiber reinforcement in thermoset CFRP structural components. For this purpose, recycled carbon fiber nonwovens (rCF nonwovens, developed by Wagenfelder Spinnereien GmbH) are to be supersaturated with resin and then impregnated with rCF fabrics in a specially designed resin transfer press process (RTP). During the RTP 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 systems 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 thus the waste-free production of FRPC components through a closed recycling cycle.*

*The process development is already at an advanced stage. An epoxy resin system was successfully enhanced with a B-stage functionality. rCF nonwovens were supersaturated in an industry-scale process. The RTP process is currently being characterized on flat plates us-*



Schliffbild einer im HTP-Prozess hergestellten ebenen Platte

*Micrograph of a RTP manufactured flat panel*

*ing the materials developed in the project. Composites United e.V. is responsible for project coordination as part of the new "KMU-NetC" funding program.*

KMU-NetC  
Mittelstand

*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).*

## Retention – Forschungsk Kooperation IVW und CACM Auckland, Neuseeland



David May



Miro Duhovic

Im Rahmen des Mobilitätsförderprogramms des Bundesministeriums für Bildung und Forschung findet ein wissenschaftlicher Austausch mit dem Centre for Advanced Composite Materials (CACM) an der University of Auckland, Neuseeland, statt. Dieses Kooperationsprojekt knüpft an die seit den frühen 1990ern bestehende Kooperation der beiden Einrichtungen in den Bereichen Werkstoffwissenschaft, Verfahrenstechnik und Prozesssimulation an, wobei diese Zusammenarbeit durch die Beteiligung von Nachwuchswissenschaftlern gestärkt wird. Das Ziel des Förderprojekts ist es, das Potenzial eines neuartigen Fertigungskonzepts für die Industrien beider Länder zu evaluieren. Bei dem neuen, auf eine hohe Prozessrobustheit abzielenden Konzept, werden imprägnierte und trockene Faserstrukturen gestapelt und anschließend durch einen Vakuumaufbau ein Harztransfer initiiert. Im Januar 2019 besuchten in einer ersten Austauschrunde Wissenschaftler des IVW

das CACM. Gemeinsam mit ihren Gastgebern Simon Bickerton (Leiter des CACM), Graeme Finch (Business Development Manager) und Tom Allen (Senior Researcher) traten die IVW-Wissenschaftler David May und Miro Duhovic (Kompetenzfeldleiter für „Imprägnier- und Preformtechnologien“ bzw. „Prozesssimulation“) sowie Matthias Bendler (Technologietransfer) in den direkten Austausch mit neuseeländischen Unternehmen. Im Rahmen eines Industrieworkshops sowie bei Firmenbesuchen konnten sie sich ein Bild der Einsatzmöglichkeiten des neuen Konzepts und der Herausforderungen bei der Umsetzung machen. Zusätzlich erfolgte gemeinsam mit Piaras Kelly (Professor für Ingenieurwissenschaften, University of Auckland) eine Vertiefung der Zusammenarbeit auf wissenschaftlicher Ebene durch den gemeinsamen Aufbau eines Simulationsmodells, welches die komplexen hydrodynamischen Kompaktierungsvorgänge beim Harztransfer abbildet. Die bisherigen Ergebnisse und das Feedback aus der Industrie sind sehr vielversprechend, weshalb IVW und CACM ein Folgeprojekt mit Industriebeteiligung vorbereiten. Dazu besuchten die Wissenschaftler des CACM im Herbst 2019 das IVW.



THE UNIVERSITY OF  
**AUCKLAND**  
Te Whare Wānanga o Tamaki Makaurau  
NEW ZEALAND



Projektpartner / Partner

Centre for Advanced Composite Materials  
at the University of Auckland

In einer Forschungsk Kooperation mit der University of Auckland erforscht das IVW ein neuartiges Flüssigimprägnierverfahren.



Das Projekt „Retention – Harztransferimprägnierung mit übersättigten Vliesstoffen“ wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 01DR18005).





Wissenschaftler und Industrievertreter beim gemeinsamen Workshop (links oben), IVW-Wissenschaftler unter GFK-Kuh, hergestellt von den neuseeländischen Firmen Matcraft Industries (GFK-Kuh Herstellung) und Jackson Industries (Herstellung Composite-Werkzeuge)  
 Scientists and industry representatives at the joint workshop (top left), IVW scientists under GFRP mega cow, manufactured by New Zealand companies Matcraft Industries (actual mega cow manufacturing) and Jackson Industries (mega cow composite molds)

As part of the German Federal Ministry of Education and Research's Mobility Development Program, the Retention project fosters IVW's scientific cooperation with the Centre for Advanced Composite Materials (CACM) at the University of Auckland, New Zealand. The cooperation between the two institutions in the fields of materials science, process engineering and process simulation has been in place since the early 1990's, with the current cooperation strengthened by the participation of a new generation of young scientists. The goal of the funded project is to evaluate the potential of an innovative new manufacturing concept for the industries of both countries. In the new concept, which aims for a high degree of process robustness, a combination of impregnated and dry fiber structures are stacked together and resin transfer is subsequently initiated via a vacuum build-up. In January 2019, three members of IVW visited CACM. Together with their hosts Simon Bickerton (Director of the CACM), Graeme Finch (CACM's Business Development Manager) and Tom Allen (Senior Researcher), IVW scientists David May and Miro Duhovic (Competence Field Managers for "Impregnation and Preform Tech-

nologies" and "Process Simulation", respectively) along with Matthias Bendler (Technology Transfer) were able to come into direct contact with New Zealand companies. During an industrial workshop as well as several company visits, the German scientists were able to get an idea of the possible uses of the new concept and the challenges of its implementation. In parallel, cooperation on a scientific level deepened with the involvement of Piaras Kelly (Professor in Engineering Science, University of Auckland) through the joint construction of a process simulation model, which depicts the complex hydrodynamic compaction behavior that occurs during resin transfer in the newly developed manufacturing process. The results so far and the feedback from the industry on both sides of the globe are very promising, which is why the IVW and CACM are preparing a follow-up project which will involve strong industry participation. Subsequently, the CACM scientists visited IVW in Autumn 2019.

*In cooperation with the University of Auckland, IVW develops a novel Liquid Composite Molding process.*

*The project "Retention – Resin Transfer Impregnation with Supersaturated Nonwovens" is funded by the Federal Ministry of Education and Research on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 01DR18005).*

## Simultane FTIR-Rheologie-Messungen



Barbara Güttler



Sonja Adler

Rheologische Messungen in Platten-, Hochdruckkapillarrheometern sowie in Brookfieldviskosimetern sind seit vielen Jahren fester Bestandteil bei der werkstoffanalytischen Charakterisierung von Materialien am IVW. Dabei werden Informationen über das Deformations- und Fließverhalten von Polymeren für die Entwicklung und Verarbeitung von Verbundwerkstoffen gewonnen. Die ermittelten Parameter, wie z.B. die Scherraten oder Viskositäten bei verschiedenen Temperaturen stellen essentielle Kennwerte für das komplexe Verhalten und damit Grundlagen für z. B. die Imprägnierung und Verarbeitung dieser Materialien dar. Je nach Rezeptur der Polymermatrix können u. a. die rheologischen Eigenschaften beeinflusst werden, wodurch die Prozessparameter

modifiziert werden können. Die Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie (FTIR-Spektroskopie) wiederum ermöglicht die Aufklärung der chemischen Zusammensetzung über die Identifikation von Molekülschwingungen im Material. Die Kopplung zwischen einem Plattenrheometer und einem FTIR-Spektroskop liefert der Rheonaut. Das simultane Messen von rheologischen Eigenschaften im Plattenrheometer und molekularen Strukturänderungen via FTIR erlauben es, chemische Reaktionen - und insbesondere auch Zwischenreaktionen - zu identifizieren und etwa mit Viskositätsänderungen zu korrelieren. Dies erlaubt u. a. ein tieferes Grundverständnis von Einflüssen wie Temperaturen und Scherung, aber auch von Additiven auf Vernetzungsreaktionen oder Kristallisationsvorgänge.

Damit schafft die Werkstoffanalytik fundamentale Kenntnisse, die direkt in die Anwendung fließen können.

Materialeigenschaftsuntersuchungen mit der Gerätekopplung FTIR-Spektroskopie und Rheometer

*Material property investigations with the device coupling of FTIR spectroscopy and rheometer*







Einsetzen einer Probe am Plattenrheometer  
Inserting a sample into the plate rheometer

Rheological properties measurements in plate and high pressure capillary rheometers as well as in Brookfield viscometers have been part of the material analytical characterization of materials at IVW for many years. Information on the deformation and flow behavior of polymers for the development and processing of composite materials is obtained. The determined parameters, e.g. shear rates or viscosities at different temperatures, are essential parameters for the complex behavior and thus the basis for e.g. impregnation and processing of these materials. Depending on the formulation of the polymer matrix, the rheological properties can be influenced, whereby the process parameters can be modified. Fourier-Transform-Infrared-Spectroscopy (FTIR spectroscopy) enables the elucidation of chemical composition by identifying molecular vibrations in the material. The coupling between a plate rheometer and an FTIR spectroscope is provided by the Rheonaut. The simultaneous measurement of rheological proper-



Trimmen einer Probe  
Trimming of a sample

ties in a parallel plate rheometer and molecular structural changes via FTIR allow us to identify and correlate chemical reactions as well as particular intermediate reactions. With this approach it is possible to gain a deeper knowledge of effects such as temperatures, shear or additives on crosslinking reactions or crystallization processes.

*Thus, materials analytics creates fundamental knowledge that can flow directly into the application.*

SOPHIA – Smarte Prozesse und Bauweisen für hohe Fertigungskadenz



Maximilian Salmins

Verkleidungsbauteile in Verkehrsflugzeugen, zum Beispiel Seitenwände oder Deckenpaneele, bestehen aktuell aus Sandwichbauteilen mit Decklagen aus glasfaserverstärkten Phenolharzprepregs in Kombination mit Aramid-Wabenkernen. Rückseitig wird zur akustischen und thermischen Isolierung ein Glaswollpaket aufgebracht. Die Herstellung dieser Komponenten ist sehr zeitaufwendig. Zudem neigen die Glaswollpakete während des Reiseflugs zu Was-

sereinlagerungen, 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 die Eignung brandgeschützter Polymerverbindungen untersucht. Als Strukturschaum kommt ein speziell brandgehemmter Partikelschaum zum Einsatz, der im effizienten Thermoformprozess mit der Decklage verbunden wird. Zur Gewährleistung der geforderten optischen und haptischen Eigenschaften wird kabinenseitig eine dekorative Schicht vorgesehen. Das IVW ist im Rahmen des Projektes unter anderem für die Decklagenentwicklung sowie die Entwicklung eines Umformprozesses für Schaum und Decklage verantwortlich. Hierzu wurden ausführliche Untersuchungen zur Matrixkompatibilität und Prozessparameterauswahl durchgeführt. Aktuell wird die Verhautung von offenporigen Schäumen im Umformprozess für den Einsatz als Decklage untersucht.



Projektpartner / Partners:

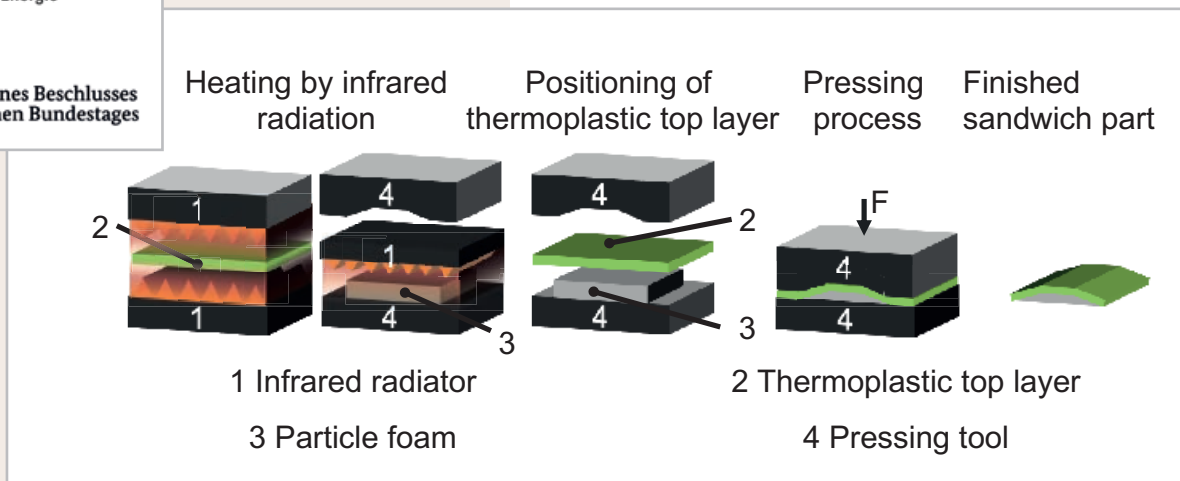
- Amphenol-Air LB GmbH
- Diehl Aviation GmbH
- Fraunhofer-Institut für Bauphysik
- Institut für Flugzeugbau, Universität Stuttgart
- Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
- Neue Materialien Bayreuth GmbH

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

Gefördert durch:



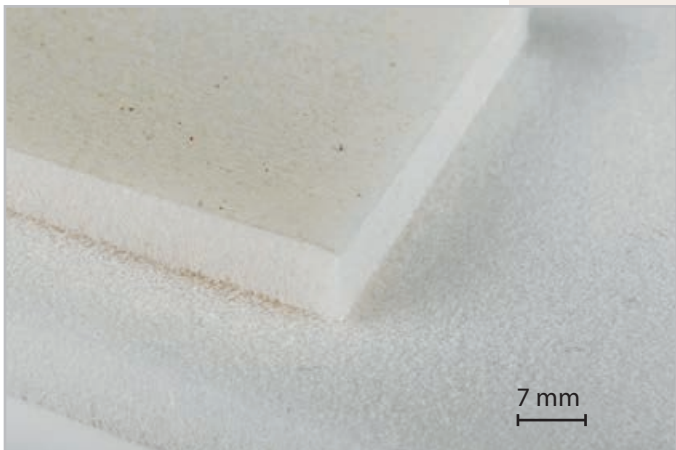
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Schematische Darstellung des Sandwich-Halbschalen-Thermoformprozesses Seitenwand

Schematic representation of the thermoforming process for half sandwich structures

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



Oberfläche verhauteter Schaum und Ausgangsmaterial

Surface of foam material after in-mold-skinning and source material

Paneling components in commercial aircrafts, e.g. side walls or ceiling plates, currently consist of sandwich components with top layers of glass-fiber reinforced phenolic resin prepregs in combination with aramid honeycomb cores. Thermal and acoustic insulation is achieved by attaching a glass wool package to the rear side. However, the production of the side walls is very time-consuming and the glass wool packages tend to store water during flight, which can lead to weight gain and mold growth. The SOPHIA project approaches a new integral foam construction in combination with a thermoplastic cover layer, for which the processing of fire-resistant polymer compound is researched. A special fire-resistant particle foam is used as structural foam, which is bonded to the top during an efficient thermoforming process. The application of the decorative layer on the surface at the cabin side ensures the required optical and haptical properties. Within the scope of the project, IVW is, among other points, responsible for the development of the top layer as well as a thermoforming process for foam and top layer. Detailed investigations on matrix compatibility and process parameter selection were carried out. Currently the in-mould-skinning of open-pore polymer foams during hot mold pressing and their use as cover layer is being investigated.

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.



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

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).



## Strukturaufklärung mit Röntgenmikroskopie



Barbara Güttler

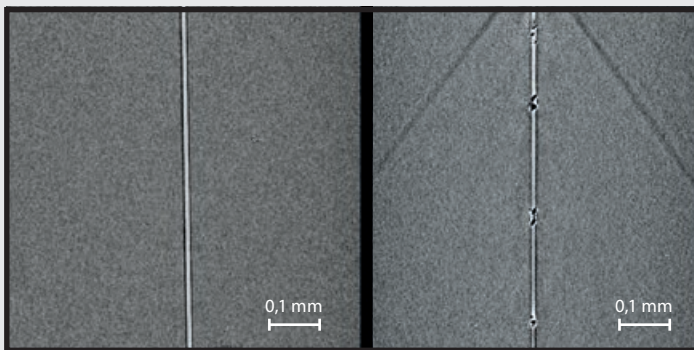
Durch die zerstörungsfreie 3D-Strukturaufklärung generiert das IVW seit über 10 Jahren weitreichende Erkenntnisse, u. a. in den Bereichen Struktur-Eigenschaftsbeziehungen sowie Prozess-Eigenschaftsbeziehungen. Diese können am Institut direkt in die Bauteilentwicklung und Verarbeitungstechnik ein-

fließen, um komplexe Herstellungsprozesse zu simulieren, zu prüfen und zu optimieren. Dadurch können u. a. Versagensvorgänge an Bauteilen hergeleitet sowie Ursachen identifiziert werden. Zur Erweiterung der möglichen mikro- und makromechanischen Fragestellungen steht seit diesem Jahr das Röntgenmikroskop Xradia Versa 520 zur Verfügung. Damit können Auflösungen von 500 nm - bei Prüfkörpern bis zu 300 mm - umgesetzt werden. Von einem herkömmlichen CT unterscheidet sich das Röntgenmikroskop dadurch, dass - zusätzlich zur geometrischen - optische Vergrößerung eingesetzt wird. Dadurch können erstmals Materialien ähnlicher Dichte, wie Kohlenstofffasern in polymerer Matrix, deutlich voneinander unterschieden werden. Zudem bietet das Gerät die Möglichkeit, Prüfkörper während eines Scans in situ (Zug, Biegung, Druck und Temperatur) zu belasten. Durch die gezielte Weiterverarbeitung der Daten in Software wie VGSTUDIO MAX und GeoDict® können anschließend grundlegende Erkenntnisse über den untersuchten Werkstoff generiert und strukturelle Zusammenhänge aufgedeckt werden, um diese virtuell nachzustellen.

Das neue Röntgenmikroskop komplementiert damit die vielseitigen analytischen Aktivitäten am IVW.



Wespenkopf  
Head of a wasp

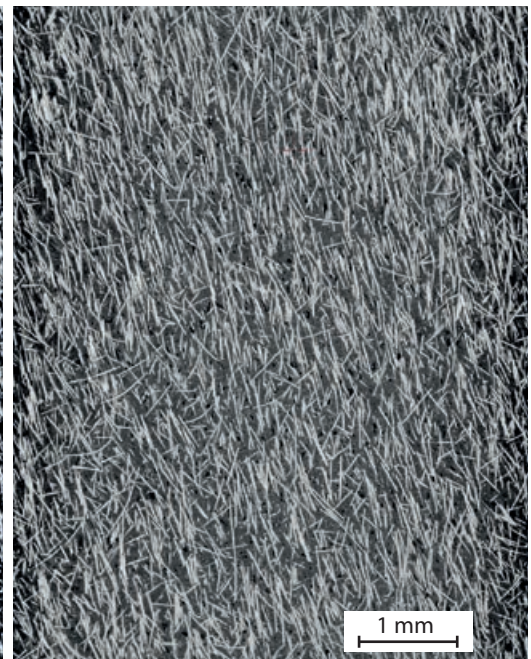
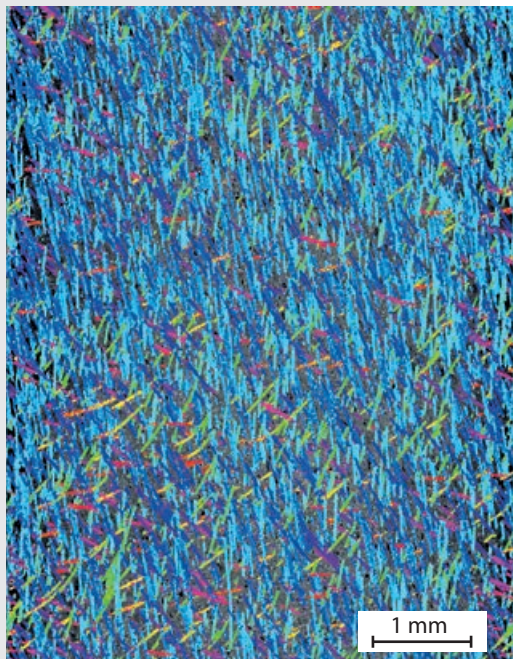


Kohlenstoff-Einzelfaser in Epoxidharz vor und nach Drucktest

Carbon single fiber in epoxy resin before and after compression test

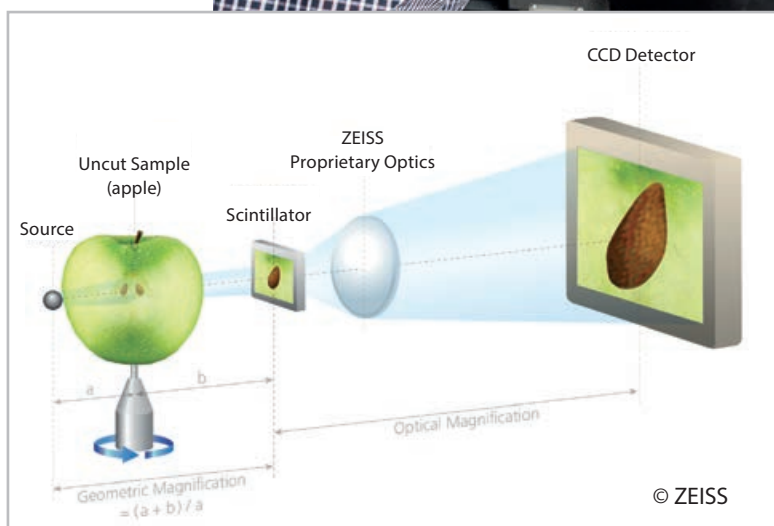
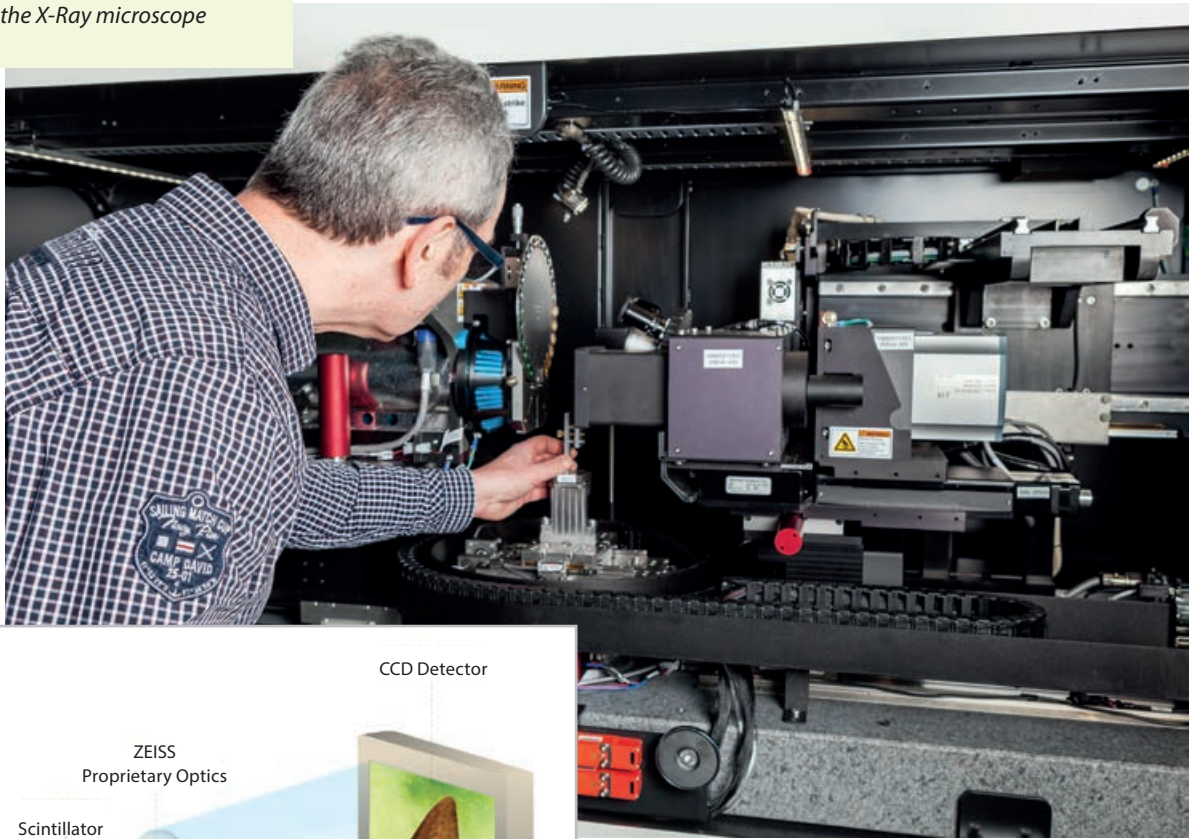
Quantitative Faserorientierungsanalyse

Quantitative analysis of fiber orientation





Blick in das Röntgenmikroskop  
View inside the X-Ray microscope



Funktionsprinzip  
Working principle

For the past ten years IVW has been investigating 3D structures of composites by using non-destructive computed tomography. Through these works it was possible to gain a comprehensive knowledge in different areas of the structure-property as well as process-property relationships. This information is used by the departments Component Development and Manufacturing Science to simulate, verify and optimize complex manufacturing processes. The knowledge also is helpful towards investigations of damaged parts, to understand the failure mechanisms and to identify the reasons leading to their failures. In 2019, a Xradia Versa 520 was installed to further investigate the failure mechanisms of 3D structures through enabling in-situ mechanical testing (tensile, bending, pressure and temperature). A deeper understanding of fiber/matrix interfaces, esp. of carbon fibers, is now possible on specimens up to 300 mm in

size. Thus, regions of interest can be imaged with a resolution of 500 nm. In contrast to computed tomography, the X-ray microscope uses an optical magnification in addition to the geometric one. As a result, for the first time materials of similar density, such as carbon fibers in polymeric matrix, can be clearly distinguished from each other. By using specialized software such as VGS-TUDIO MAX and GeoDict®, the scanned material structure can be transferred in a digital model for subsequent virtual testing. This helps to gain a deeper understanding of fiber/matrix interfaces and thus enables tailoring these interactions towards their final applications.

*The new X-ray microscope complements the versatile analytical activities at IVW.*

## SusComTrab – Flammhemmende nachhaltige Verbundwerkstoffe



Jan Eric Semar

Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) bieten aufgrund ihrer hervorragenden spezifischen mechanischen Eigenschaften enormes Potenzial für Anwendungen im Bau- und Transportwesen. In diesen Bereichen spielt jedoch die Erfüllung von Brandschutzvorgaben eine wesentliche Rolle für die Zulassung von Werkstoffen. Darüber hinaus werden an neue Bau- und Mobilitäts-

konzepte hohe Ansprüche an die Nachhaltigkeit gestellt. Im Projekt SusComTrab wird deshalb gemeinsam mit dem Sächsischen Textilforschungsinstitut (STFI) und dem belgischen Forschungsinstitut Centexbel untersucht, wie bei FKV eine optimale Kombination aus mechanischer Performance, Nachhaltigkeit und Brandschutz erreicht werden kann. Hierzu werden Naturfasern, bspw. aus Basalt und Flachs, sowie recycelte Kohlenstofffasern mit nachhaltigen Harzsystemen, bspw. Epoxidharz auf Cashew-Basis und dem aus Arbeitsschutzsicht vorteilhaften Benzoxazin, kombiniert. Das STFI entwickelt aus den Fasermaterialien verschiedene Vliesstoffe als Verstärkungsmaterial. Das IVW evaluiert deren Verarbeitbarkeit und übernimmt die Fertigung von Probekörpern und Demonstratoren sowie deren mechanische Prüfung. Centexbel entwickelt und modifiziert die entsprechenden Harzsysteme und führt Brandversuche durch.



### Projektpartner / Partners:

CENTEXBEL

Forschungskuratorium Textil e.V.

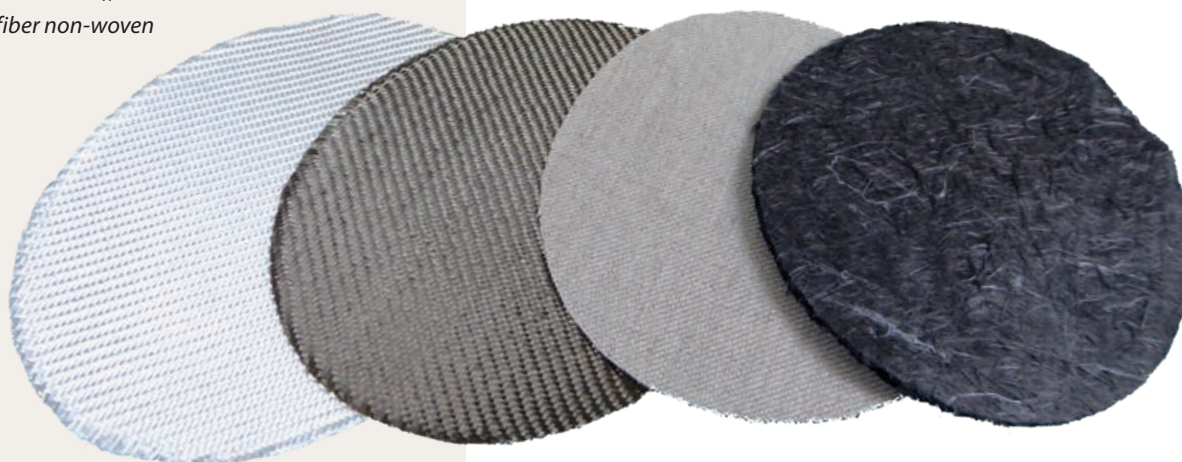
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)

Verschiedene untersuchte Verstärkungstextilien:  
Glasgewebe (Referenz), Basaltgewebe, Flachsgewebe und Kohlenstofffaservlies

*Various investigated reinforcement textiles:  
woven glass (as reference), basalt and flax fabric  
and a carbon fiber non-woven*

Durch angepasste Verarbeitungstechniken und die Entwicklung neuartiger Faser-Kunststoff-Verbunde auf Basis nachwachsender bzw. recycelter Fasern und nachhaltiger Harze wird der Weg für Anwendungen im Bau- und Transportwesen geebnet.



Das Projekt „SusComTrab – Flammhemmende, nachhaltige Verbundwerkstoffe für Verkehrs- und Gebäudeanwendungen“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert und vom Forschungskuratorium Textil e.V. betreut (Förderkennzeichen 0226 EBG/2).





Limited oxygen index test (LOI) der modifizierten Harzsysteme bei CENTEXBEL

*Limited oxygen index test (LOI) of the modified resins at CENTEXBEL*



Basaltfaservliesstoff kurz vor dem Schließen des Harzinjektionswerkzeugs

*Basalt fiber nonwoven fabric shortly before closing the resin injection mold*

Supported by:



Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

*Due to their excellent specific mechanical properties, fiber-polymer composites (FRPC) offer enormous potential for applications in construction and transport. In these areas, however, the fulfilment of fire protection requirements plays an important role for the approval of materials. In addition, new construction and mobility concepts have to meet high sustainability demands. In the SusComTrab project, IVW investigates, together with Sächsisches Textilforschungsinstitut (STFI) and the Belgian research institute Centexbel, how FRPC can achieve an optimum combination of mechanical performance, sustainability and fire protection. Natural fibers, e.g. from basalt and flax, as well as recycled carbon fibers are combined with sustainable resin systems, e.g.*

*cashew-based epoxy resin and benzoxazine, which is advantageous from an occupational health and safety point of view. STFI develops various nonwovens from the different fiber types as reinforcing materials. IVW evaluates their processability and is responsible for the production of specimens and demonstrators as well as their mechanical testing. Centexbel develops and modifies the resin systems and carries out burn tests.*

*Suitable manufacturing technologies and the development of novel fiber-polymer composites based on renewable or recycled fibers and sustainable resins pave the way for applications in construction and transport.*

*The project "SusComTrab – Flame Retardant Sustainable Composites for Transport and Building Applications" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag and supervised by the Forschungskuratorium Textil e.V. (funding reference 0226 EBG/2).*

## TERALoop – Erneuerbare Energien



Bernd Wetzel

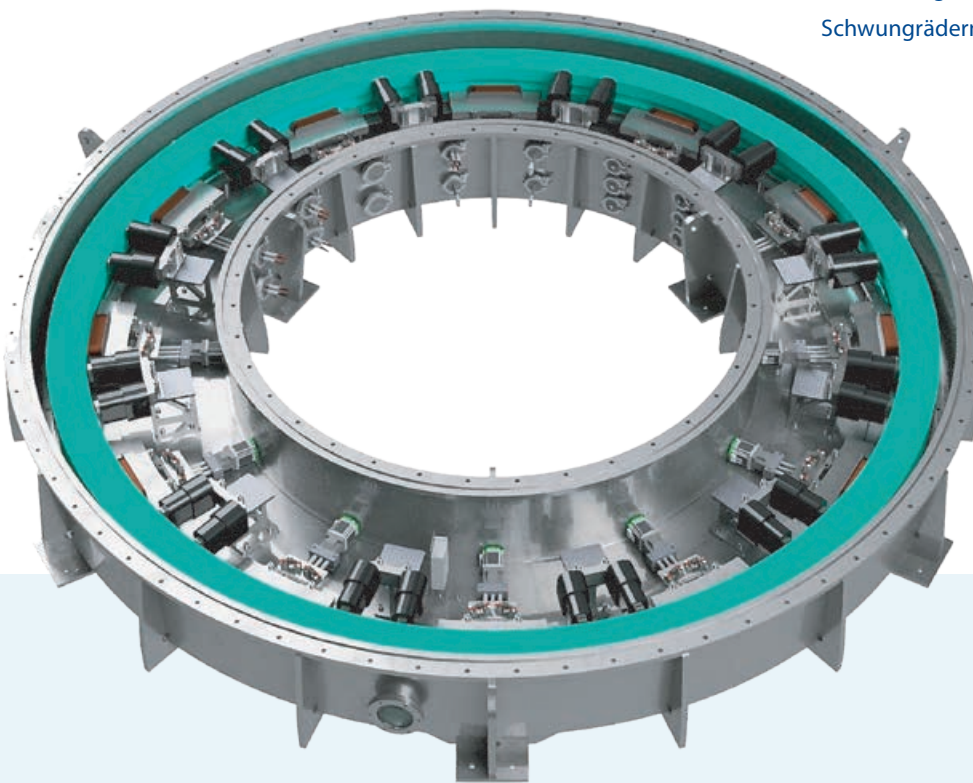
Für eine nachhaltige und klimafreundliche Energiepolitik spielen erneuerbare Energien eine zentrale Rolle. Die daraus resultierende dezentrale und schwankende Stromerzeugung stellt jedoch eine große Herausforderung für die Stabilität des Stromnetzes dar. Daher hat es sich die finnische Firma Teraloop Oy zum Ziel gesetzt, kinetische Energiespeicher zu entwickeln, mithilfe derer die Einspeisung ins Stromnetz geglättet sowie die Bereitstellung und der Bedarf von Strom zeitlich synchronisiert werden können. Realisiert wird das indem die Ener-

gie in einem sich schnell drehenden Schwungrad zwischengespeichert wird. Eine Kerninnovation ist das Material des Schwungrades aus einem magnetisierbaren Faser-Kunststoff-Verbund (FKV), der die Ansteuerung des Schwungrades ermöglicht. Das Schwungrad wird über magnetische Felder beschleunigt oder abgebremst. Nach dem Prinzip eines Elektromotors bzw. Generators wandelt es dabei Strom in Bewegungsenergie um, speichert die Energie oder liefert sie zurück. Das Schwungrad wird über magnetische Felder in einem Vakuum in der Schwebe gehalten, um die Verluste bei der Energiespeicherung so gering wie möglich zu halten.

Projektpartner / Partner:  
TERALoop OY



Das IVW entwickelt einen magnetischen sowie magnetisierbaren FKV für den Einsatz in kinetischen Energiespeichern. Darüber hinaus unterstützt das IVW die Entwicklung zur Auslegung und Fertigung von FKV-Schwungradern.



Computermodell eines kinetischen Energiespeichers, das Schwungrad ist grün eingefärbt

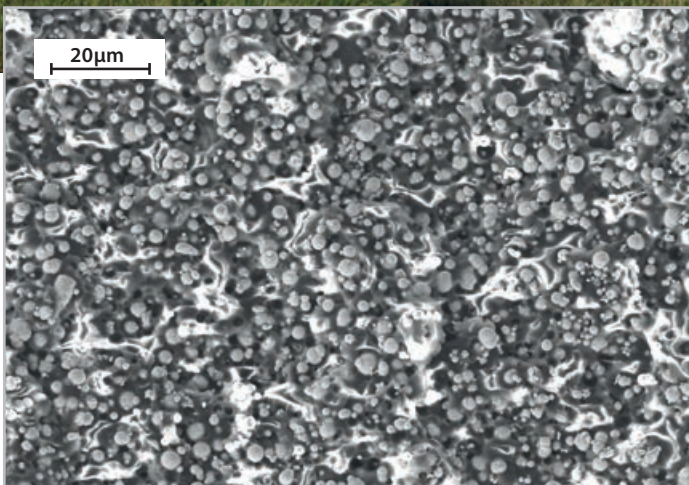
*Computer model of a kinetic energy storage device, the flywheel is coloured green*

Wir danken Teraloop Oy für das in uns gesetzte Vertrauen und die angenehme Kooperation.



Vision im Einsatz befindlicher  
kinetischer Energiespeicher

*Vision of kinetic energy storage  
systems in operation*



Rasterelektronenmikroskopaufnahme einer  
Bruchfläche eines Harzsystems mit metallischen  
Partikeln

*Scanning electron microscope image of a fracture  
surface of a resin system with metallic particles*

Renewable energies play a central role in a sustainable and climate-friendly energy policy. However, the resulting decentralized and fluctuating power generation represents a major challenge for the stability of power grids. The Finnish company Teraloop Oy has set itself the goal of developing kinetic energy storage systems, which allow the smooth feeding of electricity into the grid and the synchronization of supply and demand of electricity. This is achieved by temporarily storing the energy in a fast-rotating flywheel. A core innovation is the material of the flywheel, consisting of a magnetizable fiber reinforced

polymer composite (FRPC) which allows the control of the flywheel. The flywheel is accelerated or decelerated by magnetic fields. It converts electricity into kinetic energy, stores or returns the energy according to the principle of an electric motor or generator. The flywheel is held in suspension by magnetic fields in a vacuum to keep energy storage losses as low as possible.

*IVW is developing a magnetic and magnetizable FRPC for use in kinetic energy storage systems. In addition, IVW is supporting the development for the design and manufacture of FRPC flywheels.*

*We would like to thank Teraloop Oy for the confidence placed in us and the pleasant cooperation.*



Vitalij Popow

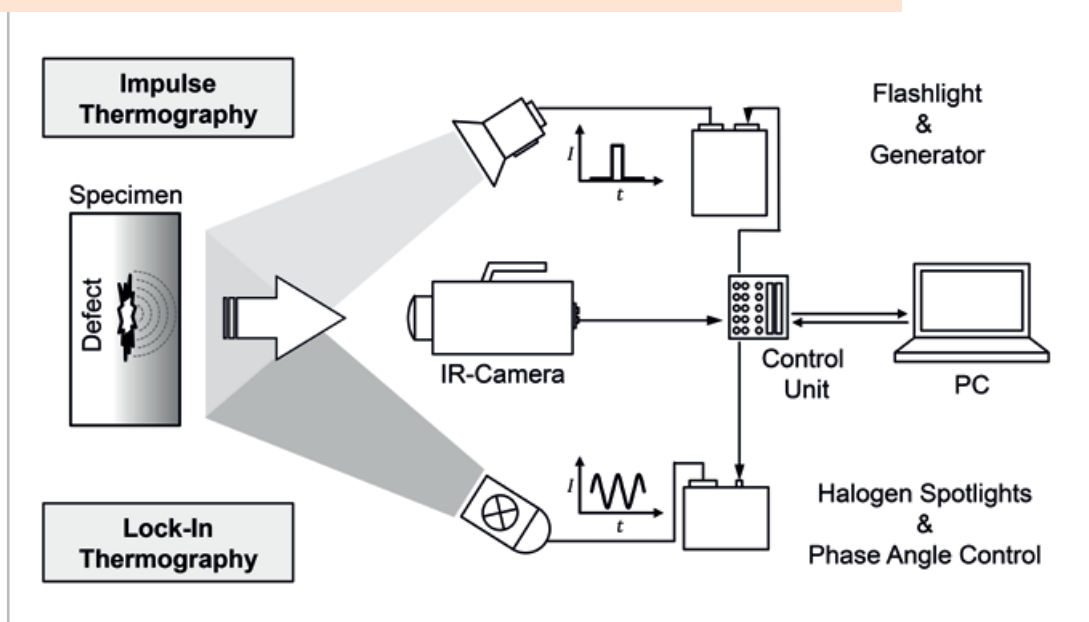
## Thermografie an Verbundwerkstoffen – mehr als ein Wärmebild

Die Infrarotthermografie ist ein kontaktloses und bildgebendes Verfahren zur Detektion verborgener Fehler in einem Bauteil (wie z. B. Einschlüsse, Lunker oder Delaminationen), das darauf beruht, aus der Änderung der Oberflächentemperatur eines Objektes auf die o. g. Fehler im Volumen des Bauteils zu schließen. Besonders bekannt ist der Einsatz der Thermografie in der Medizintechnik, im Bauwesen und in der Elektrotechnik. Darüber hinaus wird sie zur Detektion äußerer und oberflächennaher Defekte in

der Oberfläche und einem daraus resultierenden Wärmefluss im Objektinneren; wobei der Fluss durch innere Defekte und Grenzstellen gestört wird, was zu einer Veränderung der Oberflächentemperatur und einer anschließenden Auswertung der zeitlichen Veränderung der Oberflächentemperatur führt. Auf diese Weise ist eine Bauteilprüfung im Rahmen von Inspektion und Wartung bzw. eine Qualitätskontrolle im Anschluss an Fertigungs- und Fügeprozesse möglich. Das IVW setzt diese Methode auf vielfälti-

Versuchsaufbau für die aktive Thermografie mit Impuls- und Lock-In-Konfiguration

*Experimental setup for active thermography with impulse and lock-in configuration*

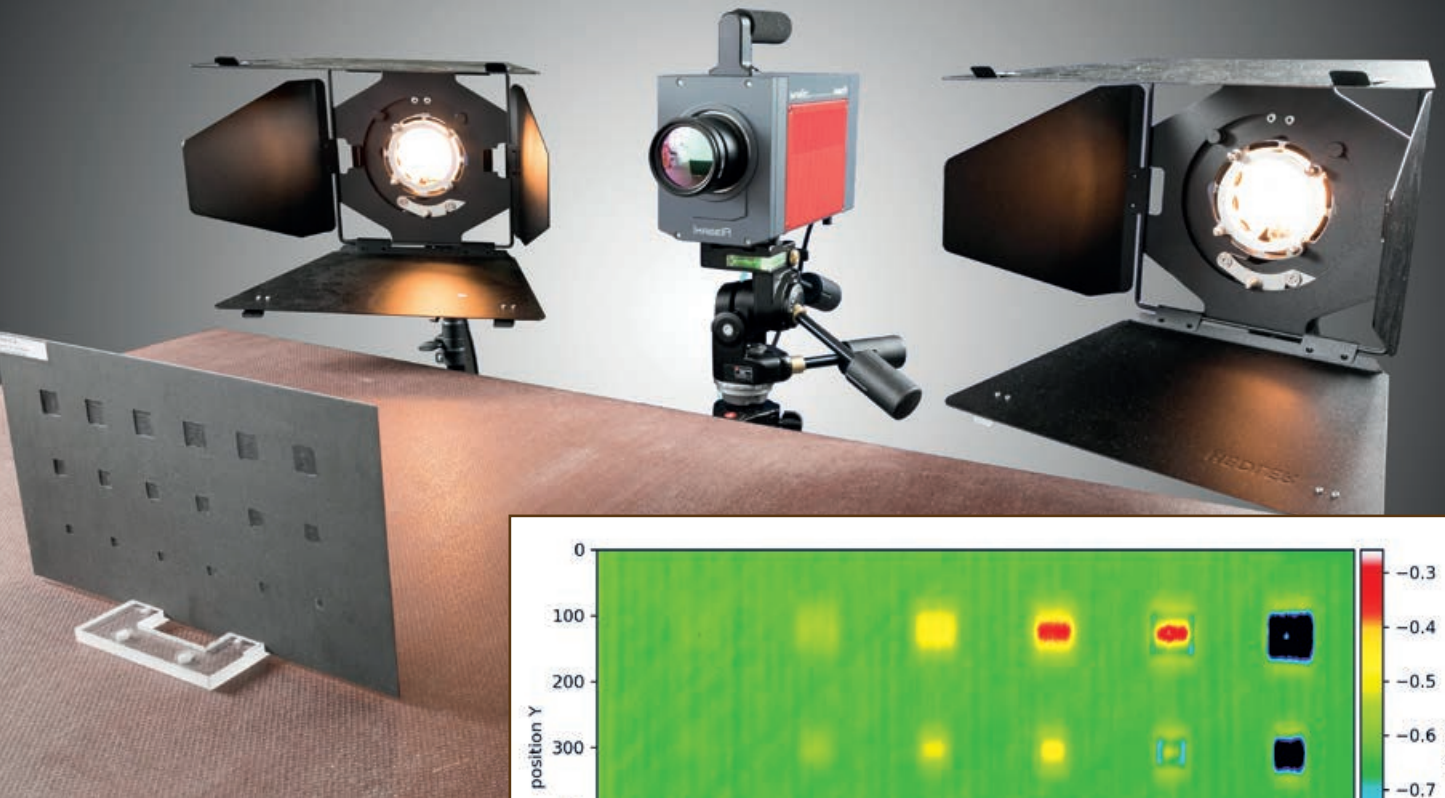


dünnwandigen faserverstärkten Komponenten, wie sie beispielsweise in der Luft- und Raumfahrt sowie in der Automobilbranche zu finden sind, verwendet. Es wird grundsätzlich zwischen passiver und aktiver Thermografie unterschieden - je nachdem ob eine Selbsterwärmung des Bauteils (z. B. durch Reibung), das Abkühlen nach einem Fertigungsprozess oder aber eine externe Wärmequelle zum Aufheizen der Oberfläche eingesetzt werden. Zur Steigerung der Empfindlichkeit existieren zahlreiche Durchführungsmethoden und Messungsauswertungen, unter anderem die Pulse-Phase Thermographie, Thermographic Signal Reconstruction, Principal Component Thermographie und Lock-In Thermographie. Die Methoden basieren auf einer aktiven thermischen Anregung

ge Weise in unterschiedlichen Projekten ein, z. B. im Rahmen des EU-geförderten Projektes FlexHyJoin zur automatisierten Inspektion von Fugestellen hybrider Bauteile aus einem thermoplastischen und einem metallischen Fügepartner. Außerdem während der Materialcharakterisierung, z. B. bei quasi-statischen Zugprüfungen von multiaxialen Hochleistungskompositen. Hierbei kann die Beschreibung des Fortschritts oberflächennaher Schädigungsereignisse, die während ihrer Entstehung Energie in Form von Wärme freisetzen, online während des Versuches beobachtet werden.

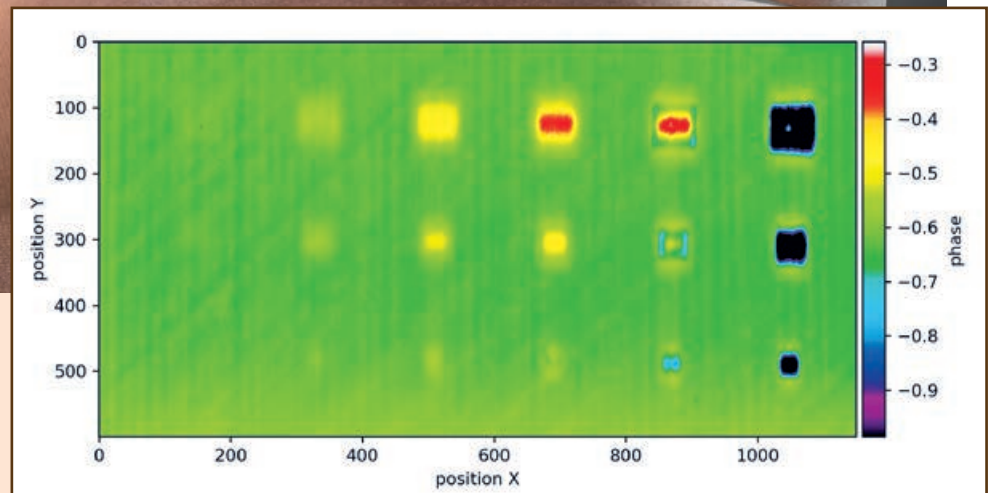
Bild aus dem Labor während der Lock-In-Thermografieprüfung

Image from the laboratory during lock-in thermography testing



Phasenbild bei 0,5 Hz mit  
Puls-Phasen-Thermografie

Phase image at 0.5 Hz made with  
pulse-phase thermography



Thermography is a contactless and imaging procedure to detect hidden component defects (e.g. inclusions, voids or delaminations). It is based on the method of detecting defects in the volume of a component that result from the changing surface temperature. Thermography is particularly well known in medical technology, in construction and in electrical engineering. It is also used to detect external and near-surface defects in thin-walled fiber-reinforced composites, as found, for example, in aerospace and in automotive industry. Basically, a distinction is made between passive and active thermography, depending on whether a self-heating of the component (e.g. by friction), cooling after a manufacturing process or an external heat source for heating the surface are used. There are numerous implementation methods and measurement evaluations to increase the sensitivity, such as pulse-phase thermography, thermographic signal reconstruction, principal component thermography and lock-in thermography. These methods are based on an active thermal excitation of the surface

and a resulting heat flow inside the object, whereby the heat flow is disturbed by internal defects and boundaries which leads to a change of the surface temperature, and a subsequent evaluation of the time-dependent change of the surface temperature. This enables component control within the scope of inspection and maintenance or a quality control following production and joining processes. IVW uses this method in a variety of ways in different projects, e.g. in the frame of EU-funded project "FlexHyJoin" for the automated joints inspection of hybrid components made of a thermoplastic and a metallic joining partner. In addition, the method is used during the material characterization, in quasi-static tensile tests of multi-axial high-performance composites, for example. The progress description of near-surface damage events, which release energy in the form of heat during their formation, can be observed online during the experiment.



## Transferfilmbildung – Misteriösen Drittkörpern auf der Spur



Bai-Cheng Jim

Die Entwicklung von polymeren Verbundwerkstoffen mit maßgeschneiderten tribologischen Eigenschaften ist ein wichtiges Forschungsfeld am IVW. Studien belegen, dass eine signifikante Einflussgröße auf Reibung und Verschleiß die Ablagerung von Abrieb auf den metallischen Laufflächen ist; der Abrieb bildet dort Transferfilme. Obwohl bereits eine Vielzahl von polymeren Verbundwerkstoffen für Gleitanwendungen entwickelt wurde, ist die Funktionsweise von Transferfilmen bisher nur wenig erforscht. Daher wurden transferfilmbildende Verbundwerkstoffe, basierend auf Epoxidharz, SCF und SiO<sub>2</sub>-Partikeln, hin-

sichtlich des Einflusses der Transferfilmbildung auf Ausmaß und zeitliche Entwicklung von Reibung und Verschleiß untersucht. Auf den Stahlgleitpartnern wurden mittels Laser Oberflächenstrukturen hergestellt, um den zusätzlichen Einfluss der gewählten Strukturparameter auf die Transferfilmbildung zu untersuchen. In allen Versuchen wird hierbei die am IVW neu entwickelte und patentierte Luminanzanalyse angewandt, die eine Quantifizierung der Ablagerungen auf der metallischen Oberfläche ermöglicht. Insgesamt soll zunächst ein besseres Verständnis für die Bildung und Wirkung von Transferfilmen entstehen. Dieses soll künftig die zielgerichtete Entwicklung neuer Kunststoffverbundwerkstoffe ermöglichen, die sich durch schnelle und reproduzierbare Bildung eines reibungs- und verschleißmildernden Transferfilms auszeichnen.



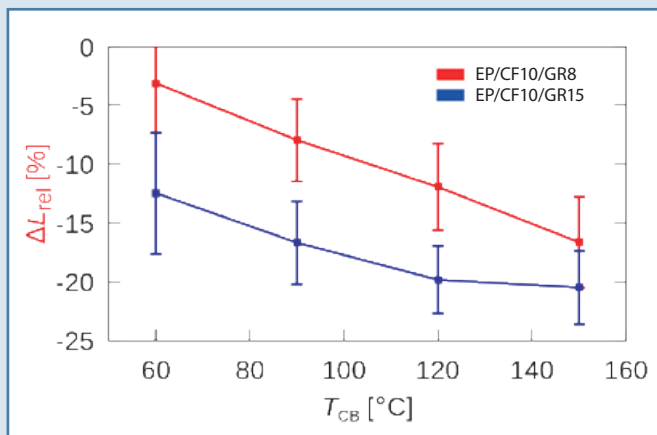
Projektpartner / Partner:

Institute for Strength Physics and Material Science (ISPMS), Tomsk, Russia

Der Einfluss der Werkstoffzusammensetzung, der Versuchsparameter und der Oberflächenstrukturierung des metallischen Gleitpartners auf die Ausbildung von Transferfilmen von Kunststoffverbundwerkstoffen ist Gegenstand eines neuen DFG-Projekts am IVW.

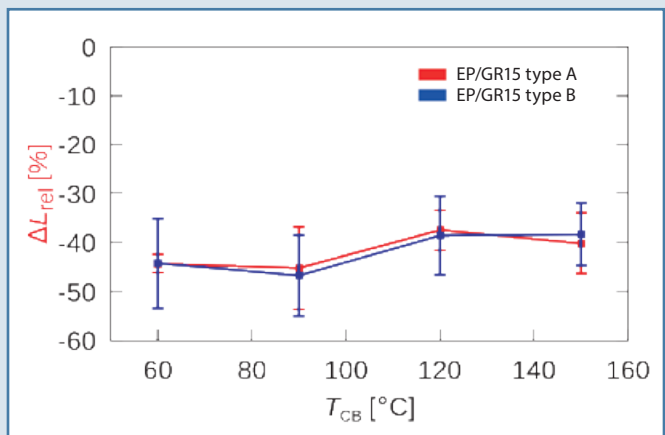
Aggregierte Transferfilmluminanz vs. Gegenkörpertemperatur von Harzkompositen mit unterschiedlich gefüllten Graphitvolumina

*Aggregated transfer film luminance vs. counterbody temperature of epoxy composites with differently filled graphite volumes*



Aggregierte Transferfilmluminanz vs. Gegenkörpertemperatur von Harzkompositen mit unterschiedlich gefüllten Graphittypen

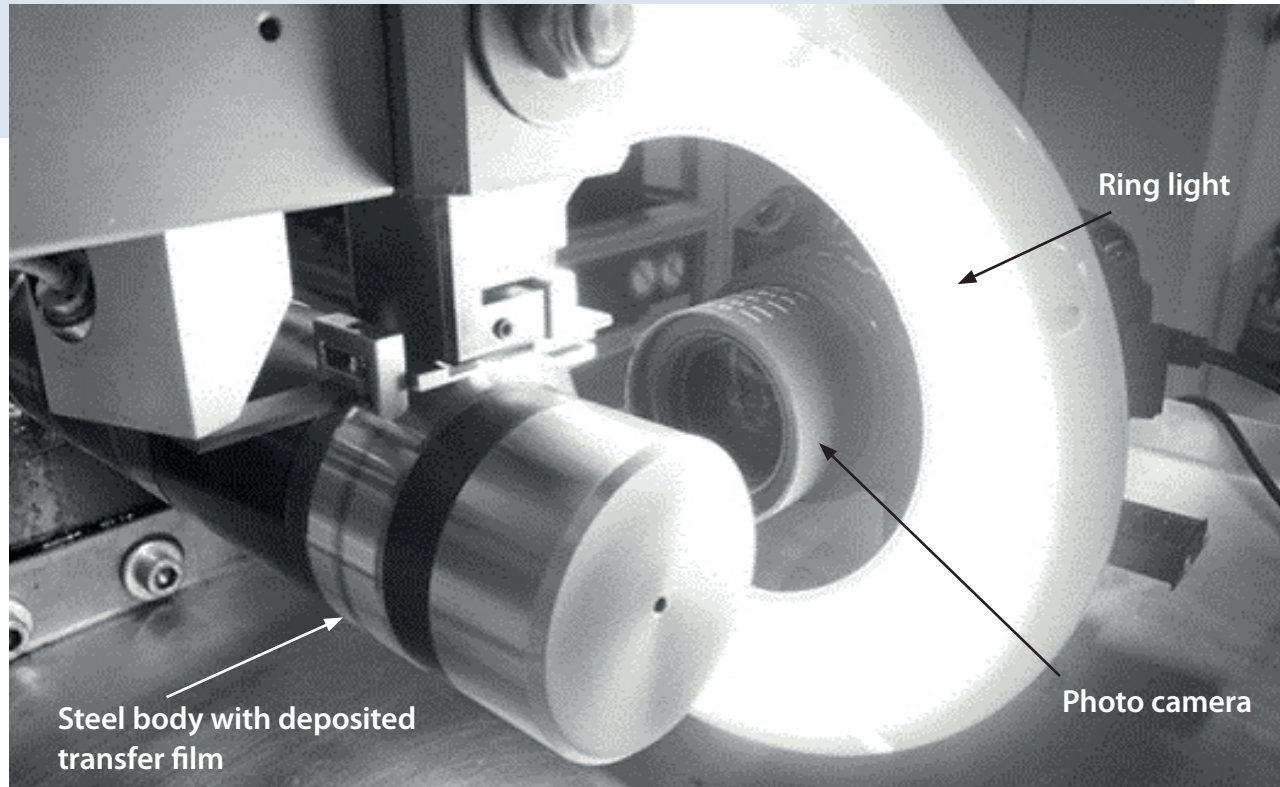
*Aggregated transfer film luminance vs. counterbody temperature of epoxy composites with differently filled graphite types*



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).



## Experimenteller Aufbau der Transferfilmdetektionsmethode

*Experimental setup of transfer film detection technique*

An important research field at IVW is the development of polymer composites with tailor-made tribological properties. Studies have proven that the deposition of abrasion on metallic treads has heavy impact on friction and wear, for the abrasion forms transfer films there. Although a variety of polymeric composites for sliding applications have been developed so far, there is little research about transfer film functionalities. Therefore, transfer film forming composites based on epoxy resin, SCF and SiO<sub>2</sub> particles were examined regarding their influence on transfer film formation as well as on the extent and temporal development of friction and wear. Structured surfaces were produced on the steel sliding partners, using a laser in order to investigate the additional influence of the selected structural parameters on transfer film formation. In all experiments, IVW's newly developed and patented luminance analysis was

applied, which enables a quantification of the debris deposits on the metallic surface. Overall, a better understanding of the formation and effect of transfer films shall be reached. This will enable the targeted development of new plastic composites which are characterized by a rapid and reproducible formation of a friction- and wear-reducing transfer film.

*The influence of material composition, of experimental parameters and of surface structuring parameters of the metallic counter body on the transfer films formed by polymeric composites will be studied within the scope of a new DFG research project at IVW.*

**DFG** Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

*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).*

## Zeit- und orts aufgelöste Transferfilmbestimmung



Andreas Gebhard

Transferfilme entstehen im Gleitkontakt zwischen Kunststoffen und Metallen und haben einen signifikanten Einfluss auf die zeitliche Entwicklung von Reibung und Verschleiß, sind jedoch bisher nicht zeitaufgelöst und vollflächig quantifizierbar.

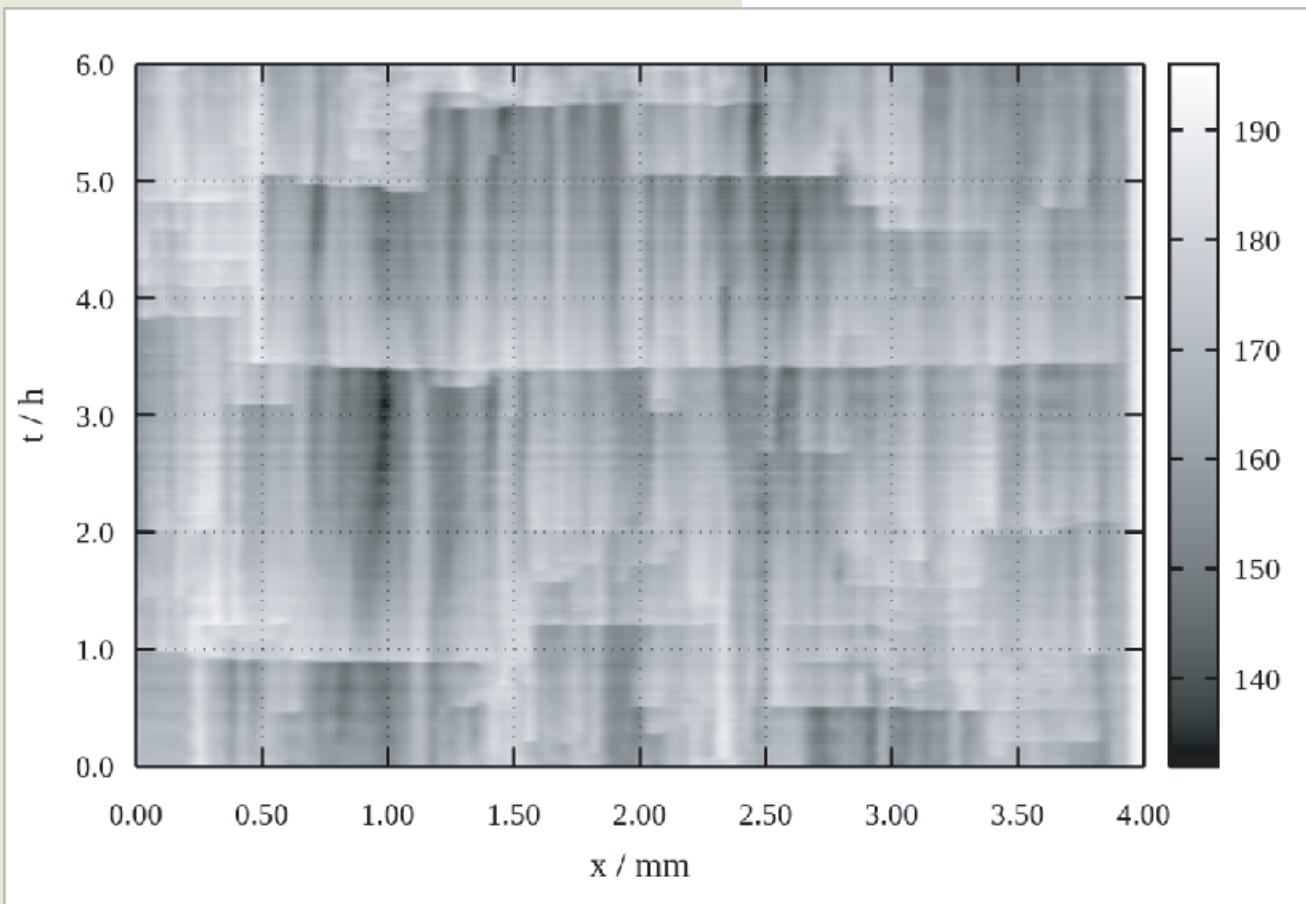
Daher wurde ein neues optisches Verfahren entwickelt und patentiert (DE 10 2018 110 692). Hier werden die Helligkeiten von Reib- und Referenzfläche zeitaufgelöst erfasst und in Bezug zueinander gesetzt. So werden erstmalig Schwankungen im zeitlichen Verlauf des Gleitreibungskoeffizienten mit dem partiellen Auf- und Abbau des Transferfilms erklärbar.

Weiterhin können nun erstmalig Ratekonstanten für den Aufbau von Transferfilmen durch rechnerische Analyse von Helligkeitsmessdaten auf der Basis eines nicht-kooperativen, ratestationären Modells bestimmt werden. Untersuchungen an unterschiedlich gefüllten Verbundwerkstoffen auf Basis von Polyphenylensulfid (PPS) zeigen, dass graphitgefülltes PPS einen zeitlich sehr stabilen Transferfilm bildet, während bei kohlenstofffasergefülltem PPS erhebliche zeitliche Instabilitäten bis hin zum vollständigen, quasi-spontanen Abbau des Transferfilms beobachtet werden. Perspektivisch soll das neue Verfahren zur Entwicklung von Werkstoffen mit programmierbaren Transferfilmen genutzt werden.

Ein neu entwickeltes Verfahren zur zeitaufgelösten Quantifizierung von Transferfilmen erlaubt neue Einblicke in deren Dynamik und Wirkung und verspricht den Zugang zu neuen Werkstoffen mit kontrolliertem Transferfilmaufbau.

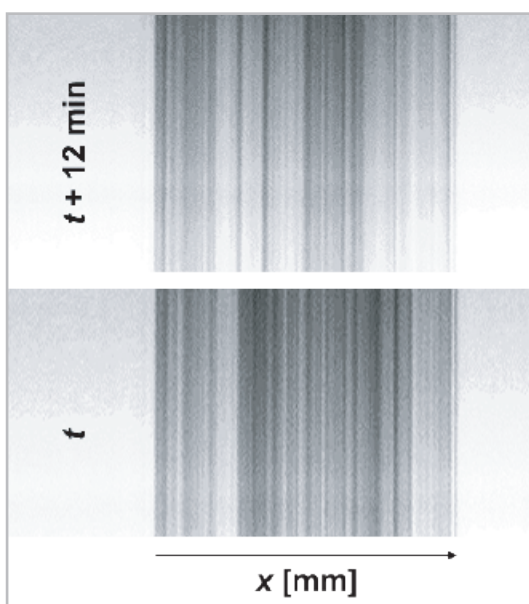
Lateral (x) und zeitlich (t) aufgelöster Verlauf der Helligkeit (Grauwerte) in der Laufspur von PPS/CF10/GR10/TF10 im Gleiten gegen 100Cr6

*Laterally (x) and time (t) resolved luminosity of the wear track (grayscale) of PPS/CF10/GR10/TF10 sliding against 100Cr6*



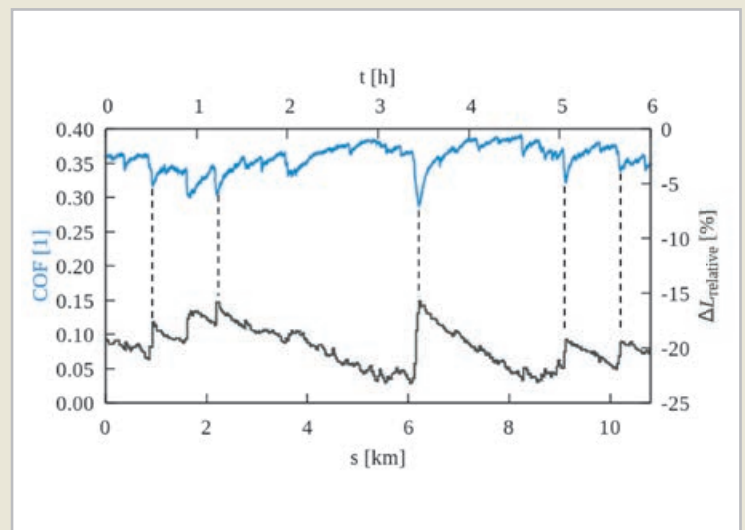
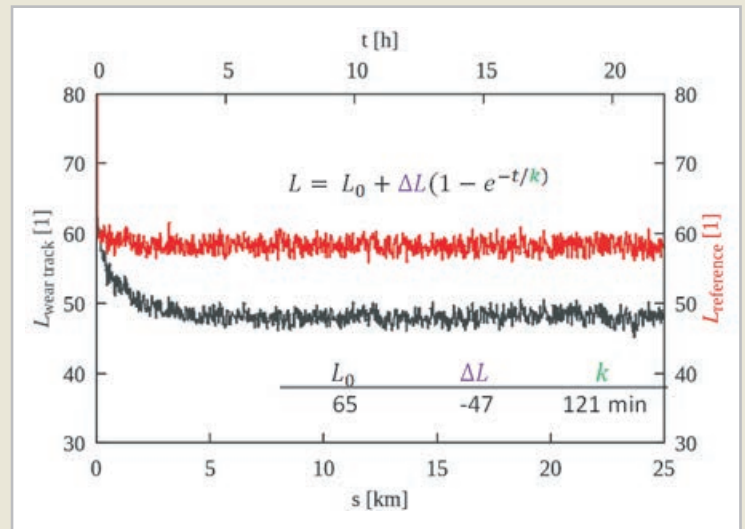
Transfer films are formed in sliding contact between plastics and metals and have a significant impact on friction and wear. However, there has not been a method to quantify them time-resolved and laterally extensive so far. Therefore, a new optical method was developed and patented (DE 10 2018 110 692). Here, the luminosities of the wear track and the reference surface are measured in a time-resolved manner and related to each other. For the first time, fluctuations of the coefficient of friction can be explained by the partial build-up and reduction of the transfer film. Furthermore, for the first time, rate constants for the build-up of transfer films can now be determined by numerical analysis of measured luminosity data on the basis of a non-cooperative, stationary rate model. Investigations on differently filled composite materials - based on polyphenylene sulfide (PPS) - show that graphite-filled PPS forms a temporally, very stable transfer film, whereas carbon fiber-filled PPS exhibits considerable temporal instabilities up to a complete quasi-spontaneous reduction of the transfer film. Perspectively, the new method is to be used for the development of materials with programmable transfer films.

A newly developed optical measurement method yields time-resolved and quantitative data on transfer films, their dynamics and on their impact on friction and wear and promises future access to new materials with controlled transfer film formation.



Gemessene Helligkeitsdaten (rot: Laufspur, blau: blanker Stahl) gegen Gleitstrecke  $s$  bzw. Versuchszeit  $t$  und daraus bestimmte kinetische Daten inklusive der Ratekonstanten für den Transferfilmaufbau  $k$

Plot of the luminosities of the wear track (red) and the blank steel reference (blue) vs. sliding distance  $s$  and testing time  $t$  and kinetic data derived therefrom, including the formation rate constant  $k$



Verlauf von Reibungskoeffizient und Verschleißspurehelligkeit von PPS/CF10/GR10/TF10 gegen 100Cr6 über der Gleitstrecke  $s$

Coefficient of friction and wear track luminosity of PPS/CF10/GR10/TF10 sliding against 100Cr6 as a function of sliding distance  $s$

Partieller Transferfilmbau binnen 12 Minuten

Partial transfer film break down within 12 minutes





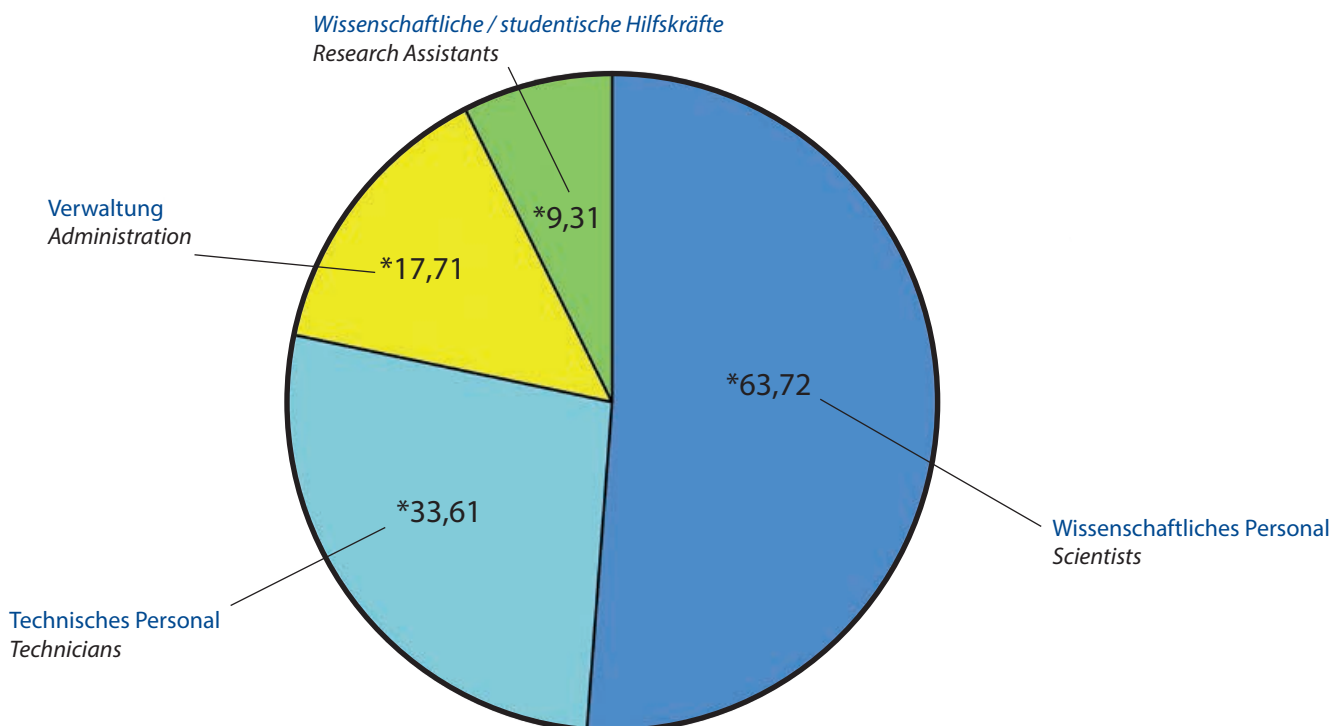
Durchschnittlich 120 hoch motivierte und kreative Mitarbeitende waren im Jahr 2019 verantwortlich für hervorragende wissenschaftliche Arbeit und – daraus resultierend – wertvolle Forschungsergebnisse. Tatkräftig unterstützt wurden sie hierbei von 45 studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräften.

Wissenschaftliche Gäste, Doktoranden, Praktikanten und Praktikantinnen sowie Studierende im Rahmen von Studien-, Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten leisteten zudem einen wesentlichen Beitrag zu den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Aus 18 Nationen waren rund 290 Personen am IVW tätig, wobei der Anteil von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus dem Ausland bei rund 11 % lag. Insgesamt betrug der Frauenanteil bei den Beschäftigten im Jahresmittel rund 24 %, im wissenschaftlichen Bereich lag der Frauenanteil bei 14 %.

2019 konnten insgesamt sechs Mitarbeiter des Instituts erfolgreich ihre Promotion abschließen.

Hierzu gratulieren wir herzlich!



\*Anzahl in Vollzeitäquivalenten  
Number of full-time equivalents

zusätzlich / in addition

Doktoranden / PhD students	4
Wissenschaftliche Gäste / Guest scientists	4
Studien- / Diplom- / Bachelor- und Masterarbeiten / Students (theses)	92
Stipendiaten / Praktikanten / Trainees	12



*In 2019, an average of 120 highly motivated and creative employees were responsible for outstanding scientific work and - as a result - valuable research results. They were actively supported by 45 student and research assistants.*

*Academic guests, doctoral candidates, interns and students working on their undergraduate, diploma, bachelor's and master's theses also made a significant contribution to the research and development work.*

*About 290 people from 18 nations were working at IVW, with the share of scientists from abroad amounting to about 11%.*

*Overall, the annual average proportion of women among the staff was about 24%, in the scientific field the proportion of women was 14%.*

*Six employees of the Institute successfully completed their doctorates in 2019.*



Tim Krooß

Mark Kopietz

Sebastian Nissle

Florian Rieger

Florian Gortner

Eugen Padenko



Doktoranden 2019

PhD students 2019



# STAMMPERSONAL



Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer

Wiss. Direktor & Geschäftsführer  
Scientific & Managing Director  
ulf.breuer@ivw.uni-kl.de



Ariane McCauley

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



Dipl.-Wirtsch.-Ing. Uwe Schmidt

Kaufm. Direktor  
Commerc. Director  
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,  
Landwirtschaft und Weinbau,  
Mainz

Susanne Hemer

Ministerium für Wissenschaft,  
Weiterbildung und Kultur, Mainz

Alexander Wieland

Ministerium der Finanzen, Mainz

Prof. Dr. Amd Poetzsch-Heffter

Vizepräsident für  
Forschung und Technologie  
Technische Universität Kaiserslautern

## Wissenschaftlicher Beirat / Scientific Advisory Board

Prof. Clemens Dransfeld  
TU Delft

Prof. Dr. Paolo Ermanni  
ETH Zürich

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

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

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

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



M.Sc. Olena Kovalska

Assistentin  
Assistant  
olena.kovalska@ivw.uni-kl.de



Gabriele Doll

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



Sylke Fols

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



B.A. Meike Lind

Rechnungswesen  
Accounting  
meike.lind@ivw.uni-kl.de



Daniela Klaus

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



Holger Mann

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



Alina Spitz

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



Gerhard Wilkens

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



Dr.-Ing. Jörg Blaurock

Einkauf  
Purchasing  
joerg.blaurock@ivw.uni-kl.de



Sigrid Bastian

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



Dr.-Ing. Robert Lahr

Leiter WTT  
Manager KTT  
robert.lahr@ivw.uni-kl.de



Regina Köhne

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



Dipl. Sporting Matthias Bendler

WTT  
KTT  
matthias.bendler@ivw.uni-kl.de



Dr.-Ing. Birgit Bittmann-Hennes

WTT  
KTT  
birgit.bittmann@ivw.uni-kl.de



Dipl.-Betriebsw. (FH) Nora Feiden

WTT  
KTT  
nora.feiden@ivw.uni-kl.de



Ina Klemm

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



Dipl.-Des. (FH) Silvia Hochstätter

Grafikdesign  
Graphic Design  
silvia.hochstaetter@ivw.uni-kl.de



Harald Weber

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



Christian Ackel

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



Markus Hentzel

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



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



Tobias Neisius

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

## Industrieller Nutzerbeirat / Industrial User Advisory Board

Dr. Veronika Bühler  
SGL TECHNOLOGIES GmbH

Dr. Guiscard Glück  
BASF SE

Dr. Christina Hack  
Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG

Dr. Martin Hillebrecht  
EDAG Engineering AG

Dipl.-Ing. Bernd Räckers  
Airbus Operations GmbH

Dipl.-Ing. Barbara Schweickert  
BMW AG

M.Sc. Patricia Schweitzer  
CompActive GmbH

Dr. Elmar Witten  
AVK – Industrievereinigung  
faserverstärkte Kunststoffe





**Dr.-Ing. Bernd Wetzel**

Techn.-Wiss. Direktor  
*Research Director*  
Werkstoffwissenschaft  
*Materials Science*  
[bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de](mailto:bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de)



**Silke Fischer**

Sekretärin  
*Secretary*  
[silke.fischer@ivw.uni-kl.de](mailto:silke.fischer@ivw.uni-kl.de)



**Dr. rer. nat. Martin Gurka**

stellvertretender Abteilungsleiter  
*Deputy Research Director*

[martin.gurka@ivw.uni-kl.de](mailto: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](mailto:joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de)



**Regina Köhne**

Sekretärin  
*Secretary*  
[regina.koehne@ivw.uni-kl.de](mailto:regina.koehne@ivw.uni-kl.de)



**Dr.-Ing. Sebastian Schmeer**

stellvertretender Abteilungsleiter  
*Deputy Research Director*

[sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de](mailto: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](mailto:peter.mitschang@ivw.uni-kl.de)



**Karin Assahli**

Sekretärin  
*Secretary*  
[karin.assahli@ivw.uni-kl.de](mailto:karin.assahli@ivw.uni-kl.de)



**Dr.-Ing. Jens Schlimbach**

stellvertretender Abteilungsleiter  
*Deputy Research Director*

[jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de](mailto:jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Thorsten Becker**  
*Tailored & Smart Composites*

[thorsten.becker@ivw.uni-kl.de](mailto:thorsten.becker@ivw.uni-kl.de)



**Steven Brogdon**

*Roving & Tape Processing*

[steven.brogdon@ivw.uni-kl.de](mailto:steven.brogdon@ivw.uni-kl.de)



**Stefan Brunner**

*Tribology*

[stefan.brunner@ivw.uni-kl.de](mailto:stefan.brunner@ivw.uni-kl.de)



**Volker Disandt**

*Impregnation & Preform Tech.*

[volker.disandt@ivw.uni-kl.de](mailto:volker.disandt@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Laborchem.

**Pia Eichert**  
*Material Analytics*

[pia.eichert@ivw.uni-kl.de](mailto:pia.eichert@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Hans-Peter Feldner**  
*Tribology*

[hans-peter.feldner@ivw.uni-kl.de](mailto:hans-peter.feldner@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Holger Franz**  
*Impregnation & Preform Tech.*

[holger.franz@ivw.uni-kl.de](mailto:holger.franz@ivw.uni-kl.de)



**Stefan Gabriel**

*Crash & Energy Absorption*

[stefan.gabriel@ivw.uni-kl.de](mailto:stefan.gabriel@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Stefan Giehl**  
*Press & Joining Technologies*

[stefan.giehl@ivw.uni-kl.de](mailto:stefan.giehl@ivw.uni-kl.de)



**Hermann Giertzsch**

*Material Analytics*

[hermann.giertzsch@ivw.uni-kl.de](mailto:hermann.giertzsch@ivw.uni-kl.de)



**Werner Gölzer**

*Design of Composite Structures*

[werner.goelzer@ivw.uni-kl.de](mailto:werner.goelzer@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH)

**Sven Hennes**  
*Roving & Tape Processing*

[sven.hennes@ivw.uni-kl.de](mailto:sven.hennes@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Valentine Kessler**  
*Design of Composite Structures*

[valentine.kessler@ivw.uni-kl.de](mailto:valentine.kessler@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Peter Mang**  
*Press & Joining Technologies*

[peter.mang@ivw.uni-kl.de](mailto:peter.mang@ivw.uni-kl.de)



**Erhard Natter**

*Press & Joining Technologies*

[erhard.natter@ivw.uni-kl.de](mailto:erhard.natter@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Michael Päßler**  
*Roving & Tape Processing*  
*Press & Joining Technologies*

[michael.paessler@ivw.uni-kl.de](mailto:michael.paessler@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Thomas Pfaff**  
*Design of Composite Structures*

[thomas.pfaff@ivw.uni-kl.de](mailto:thomas.pfaff@ivw.uni-kl.de)



**Heidrun Plocharzik**

*Tailored Thermosets & Biomaterials*

[heidrun.plocharzik@ivw.uni-kl.de](mailto:heidrun.plocharzik@ivw.uni-kl.de)



**Ralf Schimmele**

*Material Analytics*

[ralf.schimmele@ivw.uni-kl.de](mailto:ralf.schimmele@ivw.uni-kl.de)



**Stefan Schmitt**

*Material Analytics*

[stefan.schmitt@ivw.uni-kl.de](mailto:stefan.schmitt@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Uwe Schmitt**  
*Roving & Tape Processing*

[uwe.schmitt@ivw.uni-kl.de](mailto:uwe.schmitt@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Ralph Schneider**  
*Component Development*

[ralph.schneider@ivw.uni-kl.de](mailto:ralph.schneider@ivw.uni-kl.de)



**Eric Schott**

*Press & Joining Technologies*

[eric.schott@ivw.uni-kl.de](mailto:eric.schott@ivw.uni-kl.de)



**Roman Schüler**

*Impregnation & Preform Tech.*

[roman.schueler@ivw.uni-kl.de](mailto:roman.schueler@ivw.uni-kl.de)



**Joachim Stephan**

*Tribology*

[joachim.stephan@ivw.uni-kl.de](mailto:joachim.stephan@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Petra Volk**  
*Material Analytics*

[petra.volk@ivw.uni-kl.de](mailto:petra.volk@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. (FH)

**Rolf Walter**  
*Tailored & Smart Composites*

[rolf.walter@ivw.uni-kl.de](mailto:rolf.walter@ivw.uni-kl.de)



**Torsten Weick**

*Roving & Tape Processing*

[torsten.weick@ivw.uni-kl.de](mailto:torsten.weick@ivw.uni-kl.de)



## WISSENSCHAFTLICHES PERSONAL



Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer  
Wissenschaftlicher Direktor  
*Scientific Director*  
[ulf.breuer@ivw.uni-kl.de](mailto:ulf.breuer@ivw.uni-kl.de)



Dr. Miro Duhovic  
*Process Simulation*  
[miro.duhovic@ivw.uni-kl.de](mailto:miro.duhovic@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Chem. Andreas Gebhard  
*Tribology*  
[andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de](mailto:andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de)



Dr. rer. nat. Martin Gurka  
*Tailored & Smart Composites*  
[martin.gurka@ivw.uni-kl.de](mailto:martin.gurka@ivw.uni-kl.de)



Dr. Barbara Güttler  
*Material Analytics*  
[barbara.guettler@ivw.uni-kl.de](mailto:barbara.guettler@ivw.uni-kl.de)



Prof. Dr.-Ing. Joachim Hausmann  
*Fatigue & Life Time Prediction*  
[joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de](mailto:joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de)



Dr.-Ing. David May  
*Impregnation & Preform Technologies*  
[david.may@ivw.uni-kl.de](mailto:david.may@ivw.uni-kl.de)



Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang  
*Press & Joining Technologies*  
[peter.mitschang@ivw.uni-kl.de](mailto:peter.mitschang@ivw.uni-kl.de)



Dr.-Ing. Nicole Motsch-Eichmann  
*Design of Composite Structures*  
[nicole.motsch@ivw.uni-kl.de](mailto:nicole.motsch@ivw.uni-kl.de)



Dr.-Ing. Jens Schlimbach  
*Roving & Tape Processing*  
*Cost Analysis*  
[jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de](mailto:jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de)



Dr.-Ing. Sebastian Schmeer  
*Crash & Energy Absorption*  
[sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de](mailto:sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de)



Dr.-Ing. Bernd Wetzel  
*Tailored Thermosets & Biomaterials*  
[bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de](mailto:bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de)

## A



M.Sc. Sonja Adler  
*Material Analytics*  
[sonja.adler@ivw.uni-kl.de](mailto:sonja.adler@ivw.uni-kl.de)



Dr. Emmanuel Isaac Akpan  
*Tribology*  
[emmanuel.akpan@ivw.uni-kl.de](mailto:emmanuel.akpan@ivw.uni-kl.de)



M.Sc. Martje Armbrrecht  
*Material Analytics*  
[martje.armbrrecht@ivw.uni-kl.de](mailto:martje.armbrrecht@ivw.uni-kl.de)

## B



M.Sc. Andreas Baumann  
*Design of Composite Structures*  
[andreas.baumann@ivw.uni-kl.de](mailto:andreas.baumann@ivw.uni-kl.de)



M.Sc. Stephan Becker  
*Press & Joining Technologies*  
[stephan.becker@ivw.uni-kl.de](mailto:stephan.becker@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. Yves Becker  
*Design of Composite Structures*  
[yves.becker@ivw.uni-kl.de](mailto:yves.becker@ivw.uni-kl.de)



Dr. Lubov Bendler  
*Tailored Thermosets & Biomaterials*  
[lubov.bendler@ivw.uni-kl.de](mailto:lubov.bendler@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. Benedikt Bergmann  
*Roving & Tape Processing*  
[benedikt.bergmann@ivw.uni-kl.de](mailto:benedikt.bergmann@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. Ulrich Blass  
*Design of Composite Structures*  
[ulrich.blass@ivw.uni-kl.de](mailto:ulrich.blass@ivw.uni-kl.de)

## D



M.Sc. Tobias Donhauser  
*Crash & Energy Absorption*  
[tobias.donhauser@ivw.uni-kl.de](mailto:tobias.donhauser@ivw.uni-kl.de)

## E



M.Sc. Esha  
*Design of Composite Structures*  
[esha@ivw.uni-kl.de](mailto:esha@ivw.uni-kl.de)

## F



Dipl.-Ing. Marc Fickert  
*Tribology*  
[marc.fickert@ivw.uni-kl.de](mailto:marc.fickert@ivw.uni-kl.de)

## G



Dr.-Ing. Florian Gortner  
*Press & Joining Technologies*  
[florian.gortner@ivw.uni-kl.de](mailto:florian.gortner@ivw.uni-kl.de)



Dr. Liudmyla Gryshchuk  
*Tailored Thermosets & Biomaterials*  
[liudmyla.gryshchuk@ivw.uni-kl.de](mailto:liudmyla.gryshchuk@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Chem. Maurice Gilberg  
*Tailored Thermosets & Biomaterials*  
[maurice.gilberg@ivw.uni-kl.de](mailto:maurice.gilberg@ivw.uni-kl.de)

## H



M.Sc. Torsten Heydt  
*Design of Composite Structures*  
[torsten.heydt@ivw.uni-kl.de](mailto:torsten.heydt@ivw.uni-kl.de)



M.Sc. Alexander Huf  
*Crash & Energy Absorption*  
[alexander.huf@ivw.uni-kl.de](mailto:alexander.huf@ivw.uni-kl.de)

## J



Dipl.-Wirtsch.-Ing. Bai-Cheng Jim  
*Tribology*  
[baicheng.jim@ivw.uni-kl.de](mailto:baicheng.jim@ivw.uni-kl.de)

## K



Dipl.-Ing. Max Kaiser  
*Tailored & Smart Composites*  
[max.kaiser@ivw.uni-kl.de](mailto:max.kaiser@ivw.uni-kl.de)



M.Sc. Andreas Kenf  
*Crash & Energy Absorption*  
[andreas.kenf@ivw.uni-kl.de](mailto:andreas.kenf@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. Andreas Klingler  
*Tailored Thermosets & Biomaterials*  
[andreas.klingler@ivw.uni-kl.de](mailto:andreas.klingler@ivw.uni-kl.de)



M.Sc. Andreas Krämer  
*Press & Joining Technologies*

[andreas.kraemer@ivw.uni-kl.de](mailto:andreas.kraemer@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. Janna Krummenacker  
*Fatigue & Life Time Prediction*

[janna.krummenacker@ivw.uni-kl.de](mailto:janna.krummenacker@ivw.uni-kl.de)

## M



M.Sc. Konstantin Mehl  
*Crash & Energy Absorption*

[konstantin.mehl@ivw.uni-kl.de](mailto:konstantin.mehl@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. Florian Mischo  
*Crash & Energy Absorption*

[florian.mischo@ivw.uni-kl.de](mailto:florian.mischo@ivw.uni-kl.de)

## N



M.Sc. Alexander Nuhn  
*Press & Joining Technologies*

[alexander.nuhn@ivw.uni-kl.de](mailto:alexander.nuhn@ivw.uni-kl.de)

## P



M.Sc. Vitalij Popow  
*Tailored & Smart Composites*

[vitalij.popow@ivw.uni-kl.de](mailto:vitalij.popow@ivw.uni-kl.de)

## R



M.Sc. Jan Rehra  
*Crash & Energy Absorption*

[jan.rehra@ivw.uni-kl.de](mailto:jan.rehra@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. Thomas Rief  
*Design of Composite Structures*

[thomas.rief@ivw.uni-kl.de](mailto:thomas.rief@ivw.uni-kl.de)

## S



Dipl.-Ing. Maximilian Salmins  
*Press & Joining Technologies*

[maximilian.salmins@ivw.uni-kl.de](mailto:maximilian.salmins@ivw.uni-kl.de)



Dr.-Ing. David Scheliga  
*Crash & Energy Absorption*

[david.scheliga@ivw.uni-kl.de](mailto:david.scheliga@ivw.uni-kl.de)



M.Sc. Florian Schimmer  
*Design of Composite Structures*

[florian.schimmer@ivw.uni-kl.de](mailto:florian.schimmer@ivw.uni-kl.de)



M.Eng. Stefan Schmidt  
*Crash & Energy Absorption*

[stefan.schmidt@ivw.uni-kl.de](mailto:stefan.schmidt@ivw.uni-kl.de)



M.Sc. Tim Schmidt  
*Impregnation & Preform Technologies*

[tim.schmidt@ivw.uni-kl.de](mailto:tim.schmidt@ivw.uni-kl.de)



M.Sc. Dominic Schommer  
*Process Simulation*

[dominic.schommer@ivw.uni-kl.de](mailto:dominic.schommer@ivw.uni-kl.de)



M.Sc. Jan Eric Semar  
*Impregnation & Preform Technologies*

[janeric.semar@ivw.uni-kl.de](mailto:janeric.semar@ivw.uni-kl.de)

## V



Dipl.-Ing. Julia Vogtmann  
*Tailored & Smart Composites*

[julia.vogtmann@ivw.uni-kl.de](mailto:julia.vogtmann@ivw.uni-kl.de)

## W



M.Sc. Julian Weber  
*Roving & Tape Processing*

[julian.weber@ivw.uni-kl.de](mailto:julian.weber@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. Stefan Weidmann  
*Press & Joining Technologies*

[stefan.weidmann@ivw.uni-kl.de](mailto:stefan.weidmann@ivw.uni-kl.de)



M.Sc. Björn Willenbacher  
*Impregnation & Preform Technologies*

[bjorn.willenbacher@ivw.uni-kl.de](mailto:bjorn.willenbacher@ivw.uni-kl.de)

## Y



M.Sc. Harutjun Yadjian  
*Tailored & Smart Composites*

[harutjun.Yadjian@ivw.uni-kl.de](mailto:harutjun.Yadjian@ivw.uni-kl.de)

### EXIST Forschungstransfer / EXIST Transfer of Research



Dr.-Ing. Moritz Hübler  
*Projektleiter / Project Manager*

[moritz.huebler@ivw.uni-kl.de](mailto:moritz.huebler@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. Nicolà Hammann

[nicola.hammann@ivw.uni-kl.de](mailto:nicola.hammann@ivw.uni-kl.de)



M.Sc. Patricia Schweitzer

[patricia.schweitzer@ivw.uni-kl.de](mailto:patricia.schweitzer@ivw.uni-kl.de)



Daniel Vogelsanger

[daniel.vogelsanger@ivw.uni-kl.de](mailto:daniel.vogelsanger@ivw.uni-kl.de)



### COMPOSPOKE



Dr.-Ing. Marcel Buecker  
*Projektleiter / Project Manager*

[marcel.buecker@ivw.uni-kl.de](mailto:marcel.buecker@ivw.uni-kl.de)



Frank Belyea

[frank.belyea@ivw.uni-kl.de](mailto:frank.belyea@ivw.uni-kl.de)



Dipl.-Ing. Valentin Hörtdörfer

[valentin.hoertdoerfer@ivw.uni-kl.de](mailto:valentin.hoertdoerfer@ivw.uni-kl.de)



Dr. rer. pol. Thomas Robbert

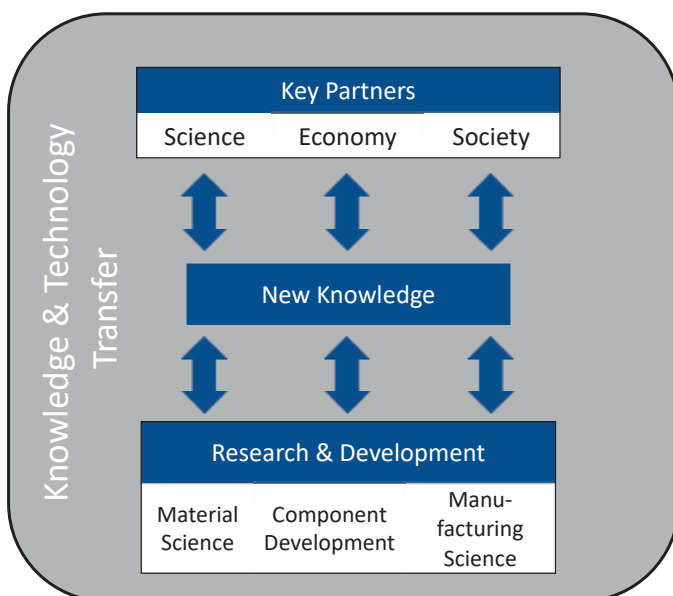
[thomas.robber@ivw.uni-kl.de](mailto:thomas.robber@ivw.uni-kl.de)

## Wissens- &amp; Technologie-Transfer



Nacht, die Wissen schafft (2018)

Im Fokus der Arbeiten des Wissens- und Technologietransferteams steht der gezielte Wissens- und Technologie-Transfer (WTT) aus dem Institut für Verbundwerkstoffe in die Gesellschaft und 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“ und im Umkehrschluss werden Bedarfe aus der Wirtschaft aufgegriffen, um gemeinsam Lösungen zu erarbeiten. 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 Mitarbeitende mit langjähriger Fachkompetenz auf dem Gebiet der nationalen sowie internationalen öffentlichen Forschungsförderung beratend zur Seite. Darüber hinaus wird der Wissenstransfer in die und aus der Gesellschaft durch verschiedene regionale Maßnahmen wie z.B. der Science und Innovations Alliance oder der Veranstaltung „Nacht, die Wissen schafft“ sichergestellt.



*Sprechen Sie uns an!*



**Dr.-Ing. Robert Lahr**  
Leiter

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



**Regina Köhne**  
Sekretariat

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





Nacht, die Wissen schafft (2018)

*The knowledge and technology transfer team (KTT) focuses on the specific transfer of knowledge and technology 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 a 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. In addition, the transfer of knowledge to and from society is ensured by various regional measures such as the Science and Innovations Alliance or the event "Nacht, die Wissen schafft".*

*Call us!*



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

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



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

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



**Dipl.-Sporting. Matthias Bendler**  
nationale Förderprogramme

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

## Regionalabteilung CU West des Composites United e.V.



Im Carbon Composites e.V. und im CC West hat sich einiges getan im Jahr 2019. Viel Aufmerksamkeit galt der erfolgreichen Fusion des Carbon Composites e.V. mit dem CFK Valley e.V. zum Composites

United e.V. Hierdurch ist eines der größten, weltweiten Netzwerke für den faserbasierten, multimaterialien Leichtbau gewachsen. Ausgehend von den damit verbundenen Änderungen hat sich auch die Struktur des CU West (ehemals CC West) entwickelt. Es kommt eine neue Regionalabteilung für den Norden hinzu, womit sich der CU West auf Rheinland-Pfalz, Hessen, Saarland und Nordrhein-Westfalen konzentriert. Nach dem erfolgreichen Aufbau und Entwicklung der Abteilung durch Dr.-Ing. Nicole Motsch erfolgte im Sommer 2019 die Übergabe der Abteilungsgeschäftsführung an Dipl.-Sporting. Matthias Bendler. Wir danken Dr. Motsch für die hervorragende Arbeit.

In 2019 hat der CU West zahlreiche Veranstaltungen durchgeführt und unterstützt, unter anderem

- den CCEV-Thementag „Ermüdung und strukturelle Integrität von Composites“
- das Grundlagenseminar „Thermoplastische Faser-Kunststoff-Verbunde“

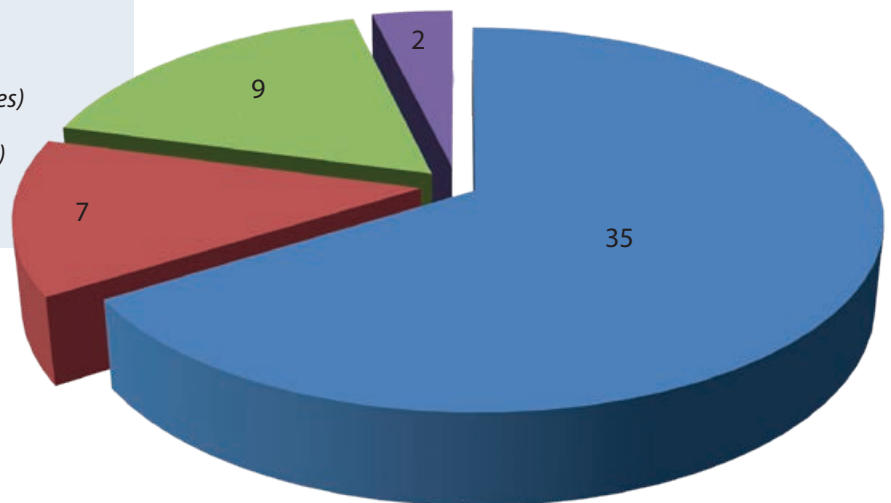
- den CCEV-Thementag „Thermoplastische Composites“
- das 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde
- den Workshop Carbon Capture, Utilization & Storage auf Basis Bioglyzerin und CF-Herstellung mit erneuerbaren Energien
- die 3. Fachtagung COMPOSITE RECYCLING & LCA
- die AG Biocomposites (zukünftig mit AVK zusammen)
- den CCEV Thementag - Digitalisierung in der Verarbeitung von Thermoplastischen Composites

Im Rahmen der Lobbyarbeit Nachhaltigkeit wurden

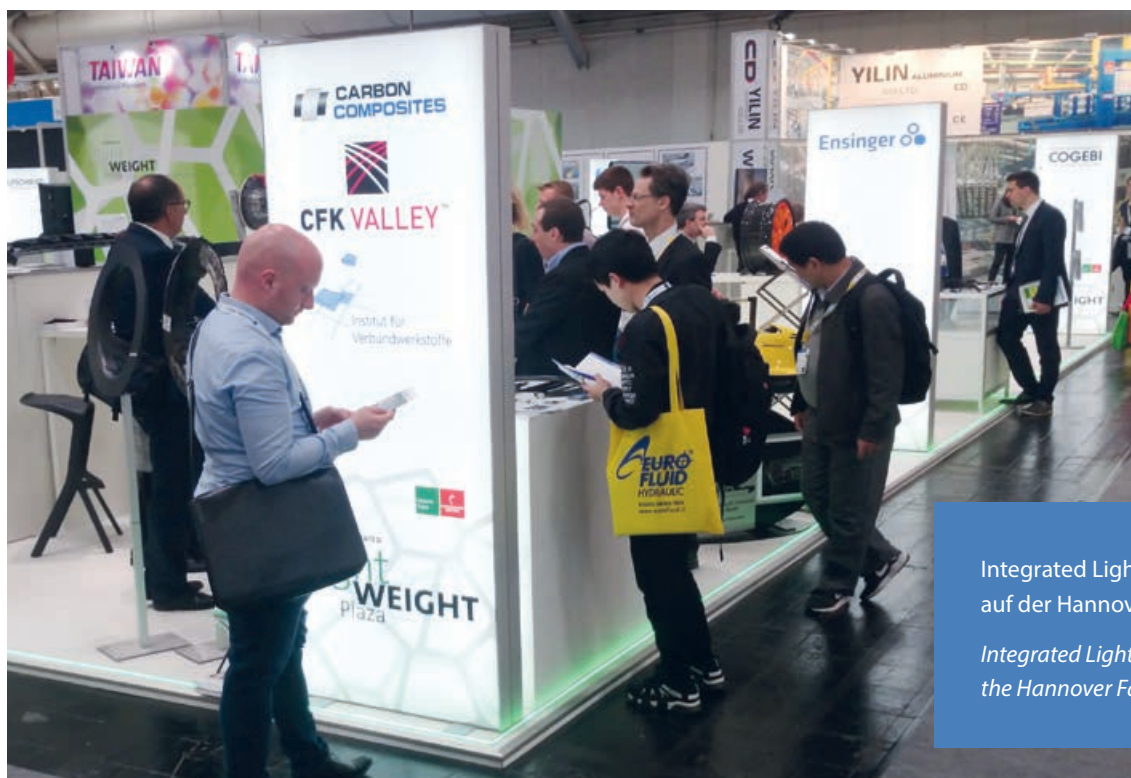
- der LAGA ad hoc Ausschuß faserhaltige Abfälle,
- der Parlamentarische Abend „Nachhaltigkeit Kunststoffe“ in Berlin,
- die Bayerische Landtagsfraktion B90/Die Grünen in München
- und das Bundesministerium für Umweltschutz unterstützt und beraten. Darüber hinaus koordiniert der CU West das im Rahmen des KMU-NetC Programmes vom BMBF geförderte Projekt „rCF-Mobil – Recyclete Hochleistungscomposite für Mobilitäts- und Transportanwendungen“.

- KMU (SME)
- Großunternehmen (large companies)
- Forschungseinrichtungen (research institutes)
- Assoziierte Mitglieder (associated members)

CU West Mitgliederstruktur  
CU West membership structure



Composites United e.V. (Zusammenschluss des Carbon Composites e.V. mit dem CFK Valley e.V.) ist eines der größten, weltweiten Netzwerke für den faserbasierten, multimaterialien Leichtbau mit internationalen Vertretungen in der Schweiz, Österreich, Belgien, Japan, Süd-Korea, China und Indien. Der Sitz des neuen Vereins ist Berlin.



Integrated Lightweight Plaza  
auf der Hannover Messe 2019

Integrated Lightweight Plaza at  
the Hannover Fair 2019



In 2019, a lot of attention was paid to the successful merger of Carbon Composites e.V. with CFK Valley e.V. to form Composites United e.V. This

has created one of the largest global

networks for fiber-based, multi-material lightweight construction. Based on these changes, the structure of CU West (formerly CC West) has also evolved. A new regional department for the North has been added, with the CU West now focusing on Rhineland-Palatinate, Hesse, Saarland and North Rhine-Westphalia. After the successful establishment and development of the department by Dr.-Ing. Nicole Motsch, the management of the department was transferred in summer 2019 to Dipl.-Sporting. Matthias Bendler. We thank Dr. Motsch for her excellent work.

In 2019, CU West has carried out and supported numerous events, among others

- the CCeV theme day "Fatigue and structural integrity of composites"
- the basic seminar "Thermoplastic fiber-plastic composites"

- the CCeV theme day "Thermoplastic Composites"
- the 22<sup>nd</sup> Symposium Composites and Composite Materials
- the workshop Carbon Capture, Utilization & Storage based on bioglycerine and CF production with renewable energies
- the 3<sup>rd</sup> symposium COMPOSITE RECYCLING & LCA
- the AG Biocomposites (in future together with AVK)
- the CCeV Theme Day "Digitization in the Processing of Thermoplastic Composites"

In the context of the sustainability lobbying work

- the LAGA ad hoc committee on fibrous waste,
- the parliamentary evening "Sustainability Plastics" in Berlin,
- the Bavarian parliamentary group B90/The Greens in Munich
- and the Federal Ministry for the Environment were supported and advised. In addition, CU West coordinates the project "rCF-Mobil - Recycled High-Performance Composites for Mobility and Transport Applications", which is funded by the BMBF within the framework of the KMU-NetC programme.

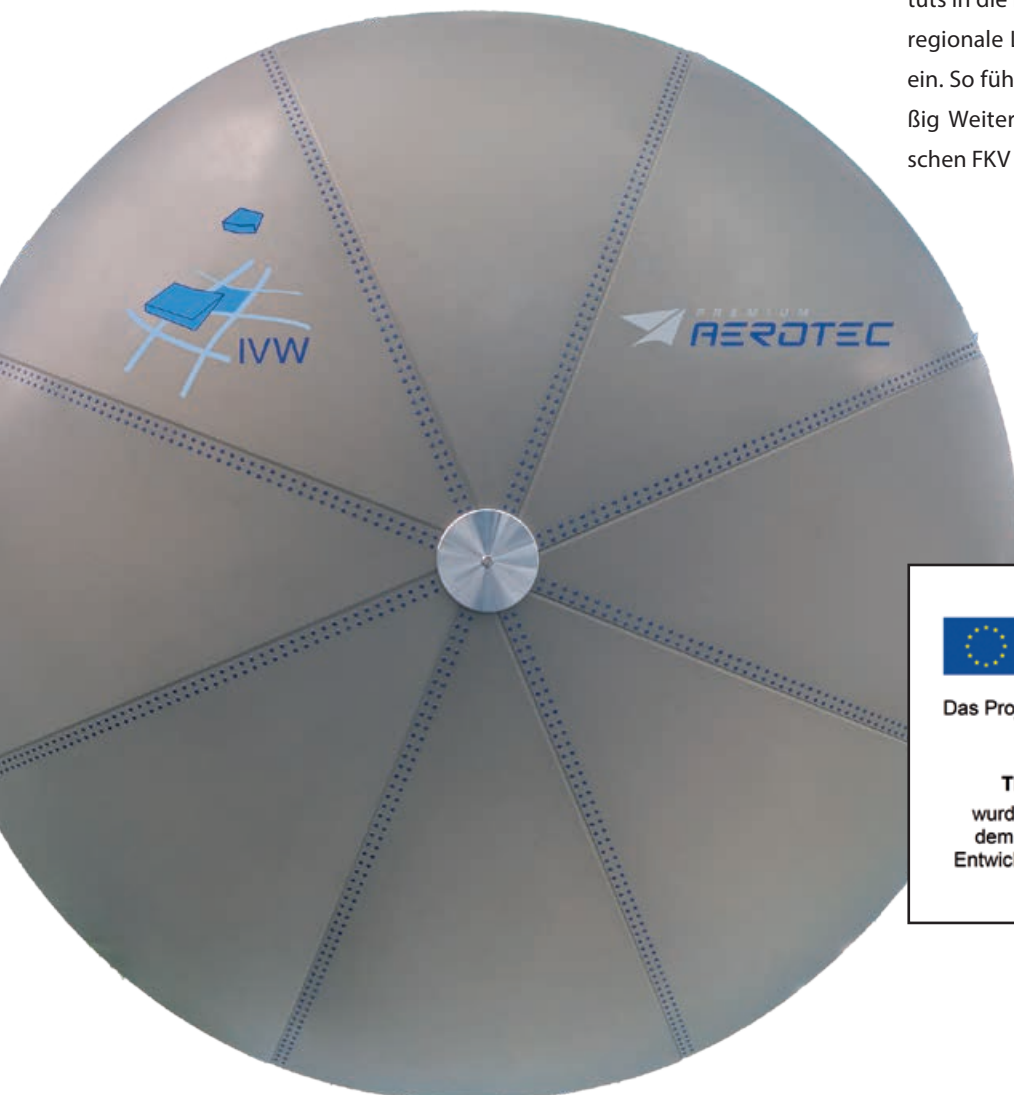
Composites United e.V. (merger of Carbon Composites e.V. with CFK Valley e.V.) is one of the largest global networks for fiber-based, multi-material lightweight construction with international representatives in Switzerland, Austria, Belgium, Japan, South Korea, China and India. The new association is based in Berlin.

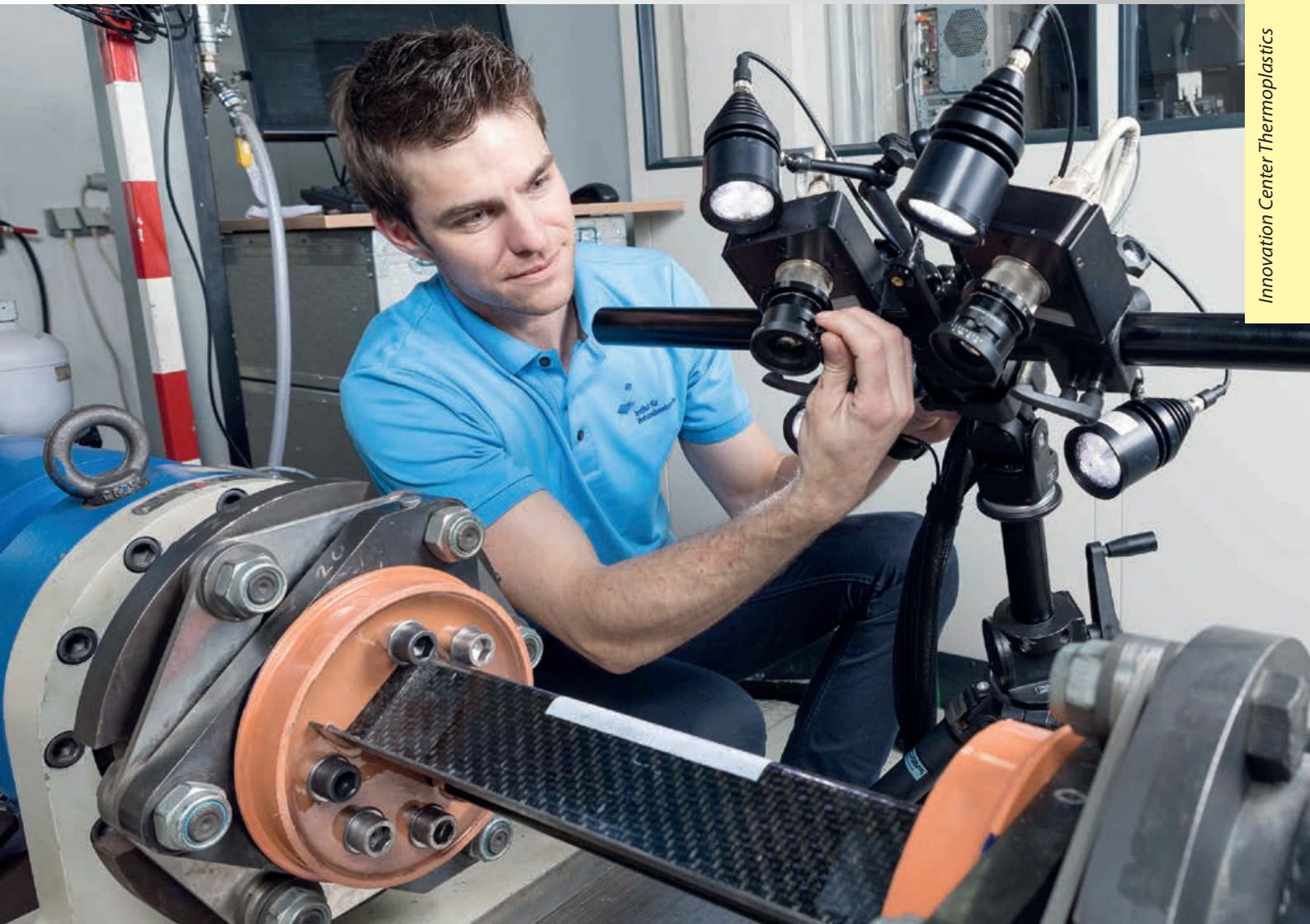


# Innovationszentrum Thermoplaste

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 Composites 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. Herauszustellen ist hierbei auch die Arbeit im Bereich der Standardisierung von Prüfmethoden von thermoplastischen FKV. Gemeinsam mit Materialherstellern werden Standardprüfverfahren entwickelt, um eine noch bessere Vergleichbarkeit der Materialien unterschiedlicher Hersteller zu gewährleisten. Das IVW nimmt neben der Bearbeitung von Forschungsprojekten auf diesem Gebiet auch eine führende Rolle in Arbeitskreisen und Netzwerken ein, so z.B. dem Arbeitskreis zur Charakterisierung von UD-Tapes und Organoblechen der AVK sowie dem Arbeitskreis „Thermoplaste“ des Composites United e.V. Gemeinsam mit unseren Ausgründungen arbeiten wir auch im Bereich der Tape-Verarbeitung. Darüber hinaus fließen die Kompetenzen des Instituts in die Lehre der TU Kaiserslautern sowie in überregionale Lehr- und Weiterbildungsveranstaltungen ein. So führen Mitarbeitende des IVW auch regelmäßig Weiterbildungen im Bereich der Thermoplastischen FKV in Augsburg und Stade durch.





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 been consistently strengthened and further developed for thermoplastic composites of more than regional significance. The expertise built up over many years is incorporated into new developments along the entire process chain of thermoplastic FRP. 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". With this project, which forms the structure for the technology location Kaiserslautern, the institute is given the opportunity to procure an innovative research infrastructure that will enable its scientists - together with the Science Alliance - to conduct research for the composite materials of the future at the highest level in the coming years. The scientific processing of a large

number of public and bilateral projects with the focus on "Thermoplastic FKV" also provides the basis for the further expansion of our expertise. The work in the field of standardization of test methods for thermoplastic FKV should also be emphasized here. Together with material manufacturers, standard test methods are being developed to ensure even better comparability of materials from different manufacturers. In addition to research projects in this field, IVW also plays a leading role in working groups and networks, e.g. the working group for the characterization of UD tapes and organic sheets of the AVK and the working group "Thermoplastics" of the Composites United e.V. 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 ; Premium AEROTEC 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





## 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 Composites United e.V., dem führenden Verbund von Unternehmen und Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Composites, führt das Institut die Regionalabteilung CU West.

*IVW GmbH is actively represented in regional, national and international networks, industry associations and scientific associations.*

*The aims are to improve technology transfer in all the essential future fields of composites, to ensure supra-regional training and education, and to promote the use of new technologies. Continuing education at the highest level and optimal networking with industrial and research partners.*

*For Composites United e.V., the leading association of companies and research institutions in the field of composites, the institute is responsible for the regional division CU West.*

*in Associations and Federations*

- AVK** Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V., [www.avk-tv.de](http://www.avk-tv.de)
- CUeV**, Composites United e.V., [www.composites-united.com](http://www.composites-united.com)
- CU WEST**, Regionalabteilung des Composites United e.V.
- CVC** Commercial Vehicle Cluster – Nutzfahrzeug GmbH, [www.cvc-suedwest.com](http://www.cvc-suedwest.com)
- DGLR** Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V., [www.dglr.de](http://www.dglr.de)
- DGM** Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V., [www.dgm.de](http://www.dgm.de)
- DGZfP** Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V., [www.dgzfp.de](http://www.dgzfp.de)
- Diemersteiner Kreis**, [www.human-solutions.com/diemersteiner\\_kreis/cms/](http://www.human-solutions.com/diemersteiner_kreis/cms/)
- DIN** Deutsches Institut für Normung e.V., [www.din.de](http://www.din.de)
- European Alliance for SMC/BMC**, [www.smc-alliance.com](http://www.smc-alliance.com)
- GfT** Gesellschaft für Tribologie e.V., [www.gft-ev.de](http://www.gft-ev.de)
- IASB** Industriausschuss Strukturberechnungsunterlagen, [www.lth-online.de](http://www.lth-online.de)
- Kompetenznetz Adaptronik e.V.**, [www.kompetenznetz-adaptronik.de](http://www.kompetenznetz-adaptronik.de)
- Kunststoffe in der Pfalz**, [www.kunststoffmanagement.de](http://www.kunststoffmanagement.de)
- SAMPE Europe** Society for the Advancement of Material and Process Engineering, [www.sampe-europe.org](http://www.sampe-europe.org)
- Science and Innovation Alliance Kaiserslautern e.V.**, [www.science-alliance.de](http://www.science-alliance.de)
- SUMMIT** Academic Summit Meetings
- VDI** Verein Deutscher Ingenieure e.V., [www.vdi.de](http://www.vdi.de)
- Zukunftsregion Westpfalz e.V.**, [www.zukunftsregion-westpfalz.de](http://www.zukunftsregion-westpfalz.de)



## 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.

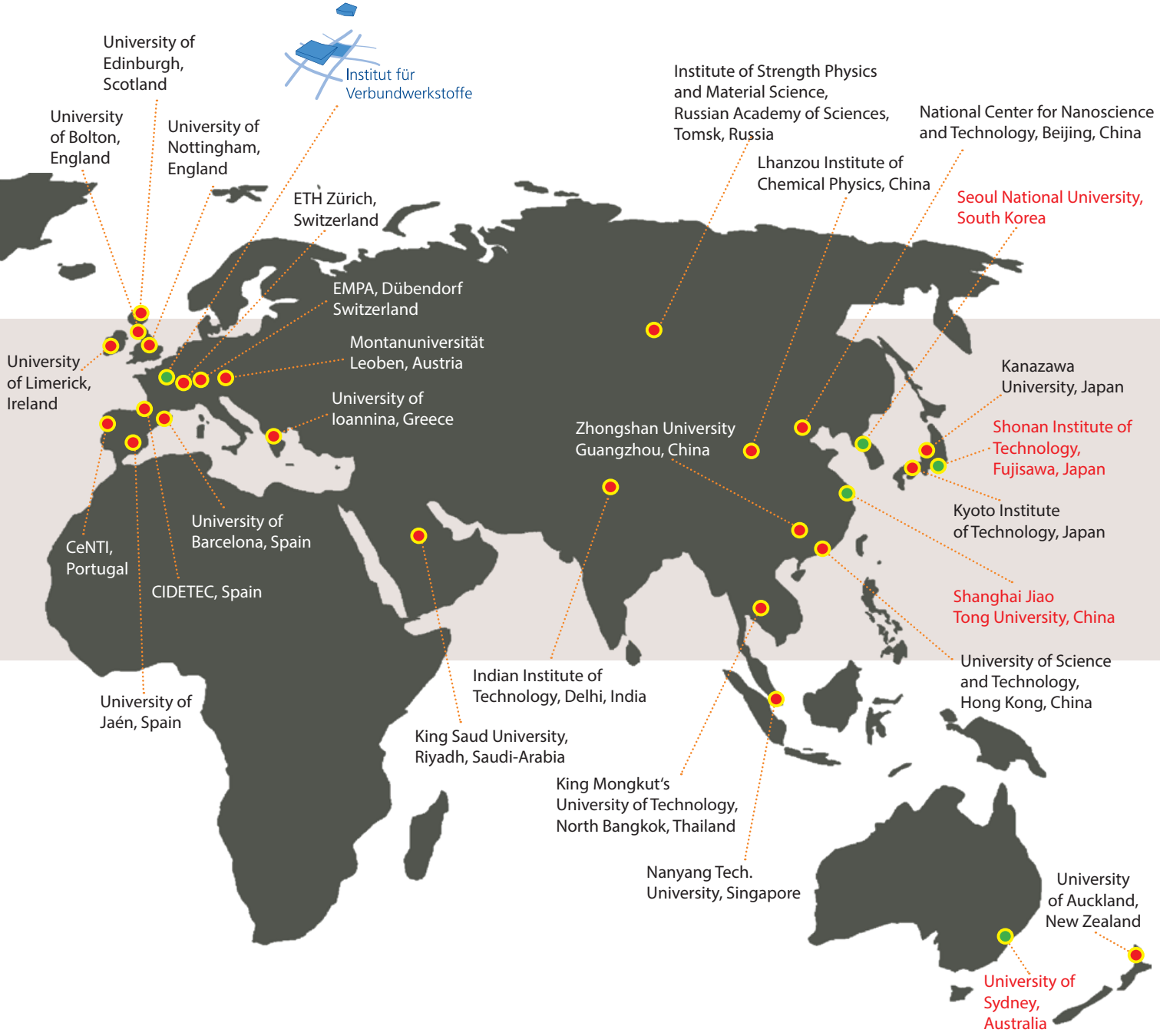


*We are part of a global network of internationally leading composite research institutions. Through strong cooperation in international projects, exchange of world-class experts and our “on site” presence we have access to leading-edge technology and latest composite knowledge. Already in 1997, the “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.*

Worldwide

# Global Network

GLOBAL NETWORK



● Academic Summit

# 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**



*International  
Scientific  
Exchange*

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.

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 Forschungs Kooperationen mit ausländischen Instituten, für die Abfassung gemeinsamer wissenschaftlicher Veröffentlichungen in internationalen Fachjournals 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.

BMBF-geförderter Forschungsaufenthalt von Kollegen aus Neuseeland;

Prof. Simon Bickerton (ganz links)  
Dr. Tom Allen (Mitte rechts) und  
Herr Graeme Finch (ganz rechts)

BMBF-funded research stay of colleagues from New Zealand;  
Prof. Simon Bickerton (far left)  
Dr. Tom Allen (middle right) and  
Mr. Graeme Finch (far right)



# 16. & 17. September 30 Jahre - IVW Kolloquium

# 2020

## SAVE THE DATE

Am 16. und 17. September feiern wir 30 Jahre IVW mit einem Festkolloquium an der Technischen Universität Kaiserslautern.

Zusammen mit unseren Forschungspartnern präsentieren wir Ihnen die neuesten Entwicklungen und Anwendungen im Bereich der faserverstärkten Polymer-Verbundwerkstoffe

*On 16<sup>th</sup> and 17<sup>th</sup> September 2020 IVW will celebrate its 30 year anniversary with a colloquium at the University of Kaiserslautern.*

*Together with our research partners we will present latest developments and applications in the area of fiber reinforced polymer composites*



mit dem Fokus auf  
*with a focus on*

**Material | Design | Herstellung**  
**Material | Design | Manufacturing**

**Notieren Sie den Termin in Ihrem Kalender!**

Wir freuen uns sehr, Sie zu diesem Event in Kaiserslautern zu begrüßen.

Weitere Informationen erhalten Sie unter [kolloquium@ivw.uni-kl.de](mailto:kolloquium@ivw.uni-kl.de)

*Come and join us – mark your calendar!*

*We are very much looking forward to this event and would like to meet you in Kaiserslautern.*

*For further information please contact [kolloquium@ivw.uni-kl.de](mailto:kolloquium@ivw.uni-kl.de)*

## A+ Composites GmbH

Die A+ Composites GmbH wurde am 09. Juni 2015 im Rahmen des EXIST- Forschungstransfer-Programmes des BMWi gegründet. In den vier Jahren seit der Gründung ist das Unternehmen inzwischen auf 18 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. Die neu entwickelten verklebbaren Tapes wurden mit einer Anerkennung beim Innovationspreis Rheinland-Pfalz 2019 ausgezeichnet. Ein großes Potential dieser Tapes liegt in der Verstärkung von 3D-gedruckten Bauteilen. Darüber hinaus bieten die Tapes von A+ Composites neue Möglichkeiten für die Logistikbranche. Fässer, Paletten und Lagerboxen lassen sich mit der Technik gezielt verstärken, sodass sie deutlich belastbarer sind und ein Vielfaches mehr an Belastung aushalten. Auch in Spritzgussteilen werden die endlosfaserverstärkten Kunststoffe als Einleger verwendet, um den Spritzgussteilen je nach Kundenbedarf die mechanischen Eigenschaften zu geben, die benötigt werden.



Dr.-Ing. Markus Brzeski  
Geschäftsführer  
Chief Executive Officer

**KONTAKT / CONTACT**  
A+ Composites GmbH  
Rudolf-Diesel-Straße 7  
66919 Weselberg  
info@aplus-composites.de



■ leicht ■ stabil ■ effizient



*A+ Composites GmbH was founded on June 9<sup>th</sup>, 2015, as part of the EXIST-Forschungstransfer program supported by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. Over the past four years, the company has expanded its team to 18 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. The newly developed adhesive tapes received recognition at the Innovation Award Rhineland-Palatinate 2019. A huge potential of those tapes lies within the reinforcement of 3D-printed structures in essential areas. In addition, the new A+ Composites' processes offer new opportunities for the logistics industry. Barrels, pallets and 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](http://www.aplus-composites.de)



EUROPÄISCHE UNION



## INTELLIGHT



**Home of Intelligent Lightweight Solutions**  
More **EFFICIENCY** and **PRODUCTIVITY** through **LIGHTWEIGHT DESIGN**

**INTELLIGHT® - YOUR independent PARTNER  
in MULTI MATERIAL LIGHTWEIGHT DESIGN**

**Your PRECISION LANDING with us  
We support to find out**



INTELLIGHT steht für einzigartige Kompetenz und mehr als 20 Jahre Erfahrung bei der Potenzialanalyse, der Entwicklung und der Umsetzung intelligenter Kunststoff-, Composite- und Hybrid-Leichtbaulösungen in nahezu allen Industriebereichen.

INTELLIGHT ist werkstoff- und verfahrensseitig völlig unabhängig: Wir bieten eine objektive Expertenberatung zur Identifizierung der Potenziale von Leichtbau-Lösungen im jeweiligen Anwendungsfeld. Auf der Basis modernster Engineering-Methoden mit computergestütztem Design und modernsten Simulationstechniken setzen wir Leichtbaulösungen vom ersten Funktionsprototypen und der Bauteilprüfung bis hin zur Serie maßgeschneidert für unsere Kunden um.

*INTELLIGHT stands for unique competence and more than 20 years of experience in the analysis of potentials, the development and implementation of intelligent plastic, composite and hybrid lightweight construction solutions in almost all industrial sectors.*

*INTELLIGHT is completely independent in terms of materials and processes: We offer objective expert advice to identify the potentials of lightweight construction solutions in the respective field of application. Based on state-of-the-art engineering methods with computer-aided design and state-of-the-art simulation techniques, we implement lightweight construction solutions tailored to our customers' needs, from the first functional prototype and component testing right up to series production.*

[www.intellight.de](http://www.intellight.de)



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

**KONTAKT / CONTACT**  
**INTELLIGHT -**  
Intelligent Lightweight Solutions  
Am Potzbacher Pfad 7  
67722 Winnweiler  
[info@intellight.de](mailto:info@intellight.de)

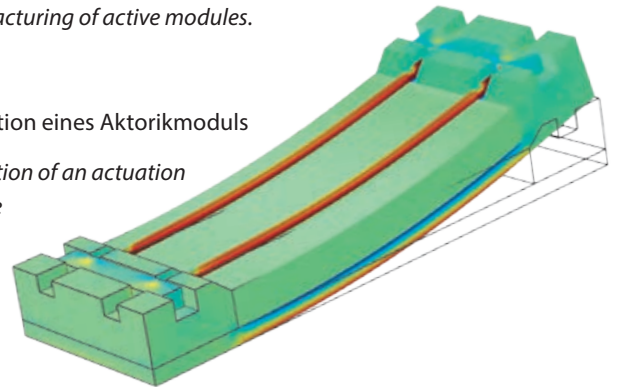


Die CompActive GmbH ist eine Ausgründung des IVW und wurde 2018 im Rahmen des EXIST-Forschungstransfer-Programmes des BMWi gegründet. Das EXIST-Vorhaben wird bis Anfang 2020 gefördert. CompActive verfolgt das Ziel, die Technologie der aktiven Hybridverbunde kommerziell verfügbar zu machen und bietet Lösungen für gänzlich neue Verstellfunktionen an. Aktive 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. Durch Integration der aktiven Module in Produkte werden gewünschte Verstellfunktionen auf kleinstem Bauraum bei minimaler Zusatzmasse möglich. Kontinuierliche Krümmungen ohne Spalte, Skalierbarkeit und Geräuschlosigkeit sind weitere Vorteile, die Innovationen in den Bereichen Aerodynamik, Komfort und Design ermöglichen. CompActive bietet mit Machbarkeitsstudien, funktionsfähigen Prototypen bis hin zu einer detaillierten Auslegung und Herstellung alles für eine innovative Funktionserweiterung oder Neuauflage einer Verstellfunktion.

CompActive GmbH is a spin-off of IVW GmbH and was founded in 2018, as part of the EXIST research transfer program supported by the BMWi. The project is funded until the beginning of 2020. CompActive pursues the commercialization of active hybrid composites and offers 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 mechanics, gearbox and motor, are dispensable. Those lightweight and compact actuator modules provide the desired adaptability and can easily be integrated in products. Scalability, silence and continuously bended contours are further advantages enabling innovation for example in the areas of design, aerodynamics and comfort. CompActive provides all steps from idea to modules for series application - from feasibility studies, setup of functional prototypes and detailed design to manufacturing of active modules.

Simulation eines Aktorikmoduls

Simulation of an actuation module



www.compactive.de



**Dr.-Ing. Moritz Hübler**  
Projektleiter / Geschäftsführer  
Project Manager / Chief Executive Officer

#### KONTAKT / CONTACT

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH  
Erwin-Schrödinger-Straße 58  
67663 Kaiserslautern

CompActive GmbH  
Rietburgstraße 1  
67434 Neustadt an der Weinstraße  
info@compactive.de



Das Vorhaben „CompActive“ wird im Rahmen des EXIST-Programms durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und den Europäischen Sozialfonds gefördert.

CirComp GmbH

Industrie / Marine

Industry / Marine

AUSGRÜNDUNGEN

CirComp GmbH



## CirComp

Competence in Composites

**Dr. Ralph Funck**  
Geschäftsführer  
Chief Executive Officer



**KONTAKT / CONTACT**  
CirComp GmbH  
Marie-Curie-Straße 11  
67661 Kaiserslautern  
vertrieb@circomp.de



Luft- und Raumfahrt  
Aerospace

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.*

[www.circomp.de](http://www.circomp.de)





ProfileComp GmbH



# ProfileComp

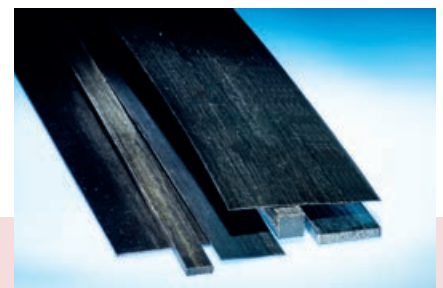
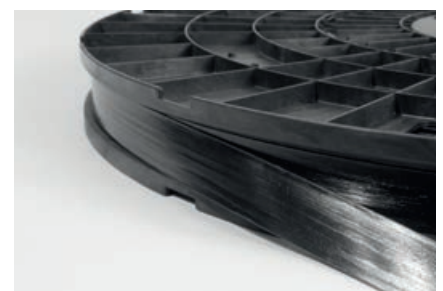
Competence in Composites

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.

*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.*

[www.profilecomp.de](http://www.profilecomp.de)

VERTRIEB / SALES  
[vertrieb@profilecomp.de](mailto:vertrieb@profilecomp.de)



## 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.*

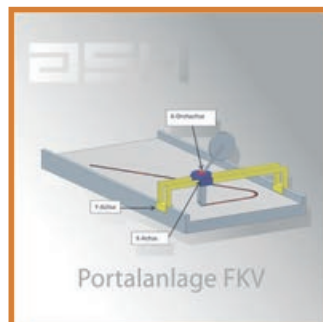
*In early 2015, the development of a system for high-speed tape-laying (HST) has been completed. The system is currently being tested with different materials and first trial results are promising.*

[www.automation-gmbh.com](http://www.automation-gmbh.com)

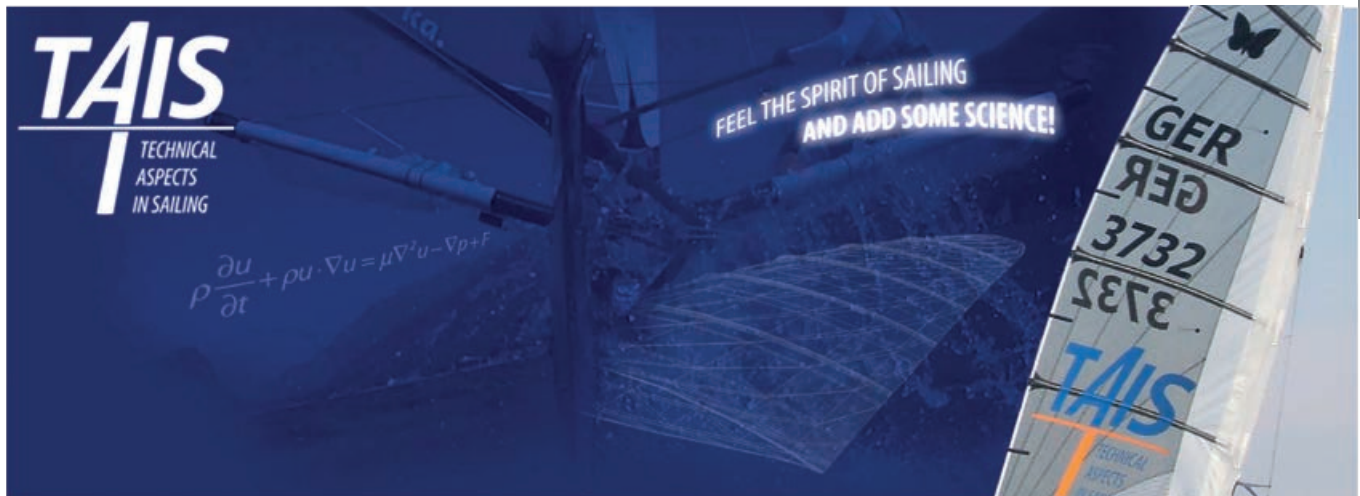


**Dr.-Ing. Markus Steeg**  
Geschäftsführer  
Chief Executive Officer

**KONTAKT / CONTACT**  
Automation Steeg und  
Hoffmeyer GmbH  
Mainzer Landstraße 155  
55257 Budenheim  
[info@automation-gmbh.com](mailto:info@automation-gmbh.com)



## Technical Aspects in Sailing GmbH



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).



[www.tais-gmbh.com](http://www.tais-gmbh.com)

*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).*

Dr.-Ing. Markus Steeg  
Geschäftsführer  
Chief Executive Officer



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



Easicomp GmbH



success made „easi“!

[www.easicomp.de](http://www.easicomp.de)

**EASICOMP**  
engineered advanced solutions in composites

Die Easicomp GmbH wurde 2011 gegründet und ist ein führender Dienstleister im Bereich LFT (langfaserverstärkte Thermoplaste). Die Dienstleistungspalette der Easicomp GmbH beinhaltet unter anderem Beratung, Entwicklung, Produktion und Vertrieb von thermoplastischen Faserverbundwerkstoffen. Das Team der Easicomp GmbH besteht aus qualifizierten und erfahrenen Experten im Bereich LFT. Somit bietet die Easicomp GmbH ihren Kunden „das ganze Paket“ rund um das Thema „thermoplastic composites“.

*Easicomp GmbH was founded in 2011 and is a leading service provider in the field of LFT (longfiber reinforced thermoplastics). Easicomp's services include, amongst others, counseling, production, development and distribution of thermoplastic composites. The Easicomp team, consisting of qualified and experienced experts in LFT, can therefore offer its clients "the whole package" around the subject "thermoplastic composites".*

**Dr.-Ing. Tapio Harmia**  
Geschäftsführer  
Chief Executive Officer



**KONTAKT / CONTACT**  
Easicomp GmbH  
Junkers-Straße 10  
67681 Sembach  
[info@easicomp.de](mailto:info@easicomp.de)

## 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 Alliance Kaiserslautern e.V.  
 Stadt Kaiserslautern  
 Technische Universität Kaiserslautern  
 WFK Wirtschaftsförderungsgesellschaft  
 Stadt und Landkreis Kaiserslautern mbH  
 Wipotec Wiege- und Positioniersysteme GmbH  
 Zetis GmbH

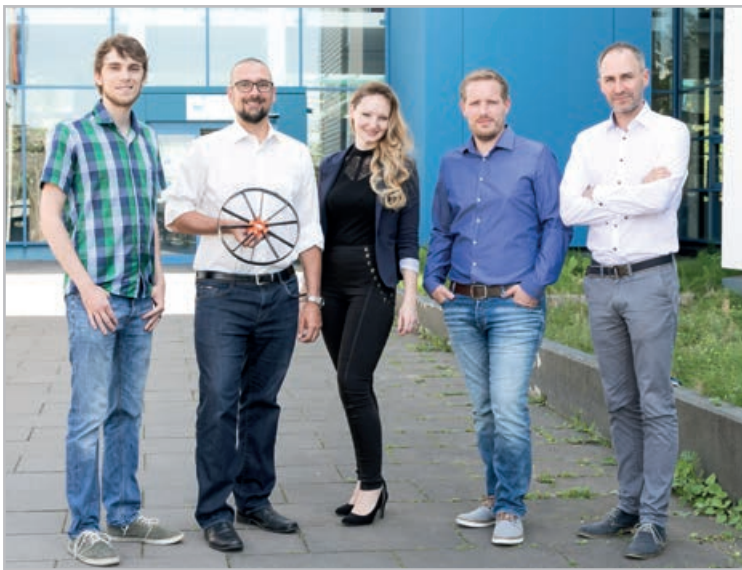
www.diemersteiner-kreis.de



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

KONTAKT / CONTACT  
 kontakt@diemersteiner-kreis.de

## Gründungsbüro TU & HS Kaiserslautern



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.

„EXIST-Forschungstransfer“  
erfolgreich beantragt

Successfully applied for  
“EXIST-Forschungstransfer“

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 raising awareness and qualification for entrepreneurial thinking and acting. Individual consultancy and a broad supply of workshops teach important entrepreneurial core competencies. This helps to develop young leadership personalities, create a supportive environment and strengthen the entrepreneurial spirit.

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

[www.gruendungsbuero.info](http://www.gruendungsbuero.info)



**Dr. Bernhard Schu**  
Leiter Gründungsbüro  
Manager Gründungsbüro

**KONTAKT / CONTACT**  
Gründungsbüro der TU & HS Kaiserslautern  
Postfach 3049  
67653 Kaiserslautern  
[info@gruendungsbuero.info](mailto:info@gruendungsbuero.info)

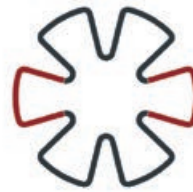


## CompoSpoke – Reinventing the Wheel

Die derzeitigen Verfahren zur Herstellung von Radstrukturen aus Faserkunststoffverbund (FKV) sind häufig wenig flexibel oder benötigen ein hohes Maß an händischen Arbeitsschritten, sodass ihr Einsatz für viele Anwendungsbereiche unwirtschaftlich ist. CompoSpoke ist eine alternative und innovative Fertigungstechnologie, bei der im Nasswickelverfahren Fasern automatisch auf Formteile aufgewickelt und gleichzeitig zu Radstrukturen umgeformt werden. Das zur Patentierung angemeldete Verfahren stellt damit das derzeit einzige vollvariable Verfahren zur Herstellung monolithischer FKV-Radstrukturen aus einem einzelnen kontinuierlichen Faserband dar. Das Verfahren arbeitet quasi verschnittfrei und hat damit eine sehr gute Umweltbilanz. Der größte Vorteil liegt aber in der Effizienz und Schnelligkeit bei gleichzeitiger Flexibilität. Das Projekt CompoSpoke ist der Grundstein für die Ausgründung eines Unternehmens. Der Einsatz der Technologie zielt im Kern auf Märkte im Maschinen- und Anlagenbau sowie auf Mobilitätsanwendungen.

Walzenboden für Folienwalze

Roller hub for foil roller



### COMPOSpoke



*The current processes for manufacturing wheel structures from fiber-reinforced plastics (FRP) are often not very flexible or require a high degree of manual work steps, making their use uneconomical for many areas of application. CompoSpoke is an alternative and innovative manufacturing technology based on a wet winding process in which fibers are automatically wound onto small molded parts and simultaneously formed into wheel structures. The process, for which a patent application has been filed, is currently the only fully variable process for the production of monolithic composite wheel structures from a single continuous fiber. The process is virtually free of waste and therefore has a very good environmental balance. The biggest advantage, however, is efficiency and speed combined with flexibility. The aim of the project CompoSpoke is to found a company. The use of the technology aims primarily at markets in mechanical and plant engineering as well as mobility applications.*

Dr.-Ing. Marcel Buecker

Projektleiter

Project Manager



[www.compospoke.de](http://www.compospoke.de)

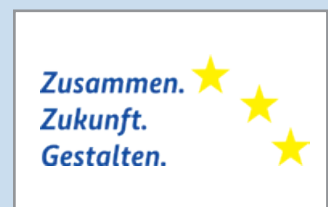
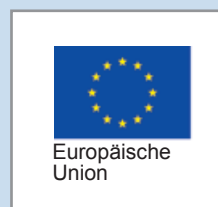
KONTAKT / CONTACT

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Erwin-Schrödinger-Straße 58

67663 Kaiserslautern

[marcel.buecker@ivw.uni-kl.de](mailto:marcel.buecker@ivw.uni-kl.de)



Das Vorhaben „CompoSpoke“ wird im Rahmen des EXIST-Programms durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und den Europäischen Sozialfonds gefördert.

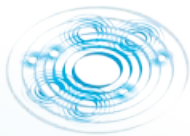
## Wissenschaft & Innovation im Verbund Rückblick 2019

SIAK e.V. ist das führende Netzwerk für digitale Transformation und interdisziplinäre Forschung am Wissenschaftsstandort Kaiserslautern. Der Verein betreibt Standortmarketing und organisiert diverse Veranstaltungen, um Kaiserslautern national und international zu positionieren. Zudem bietet er für seine Mitglieder und Partner Vernetzungs- und Austauschplattformen an.

2019 veranstalteten die SIAK, Startup Westpfalz e.V. und die Stadt Kaiserslautern erstmals ein „Startup & Innovation Festival“. Auf diesem Innovationsfestival

im Südwesten trafen sich Gründer, etablierte Unternehmen, Fachpublikum, Investoren und die breite Öffentlichkeit.

Ein weiteres Highlight war der Schüler-Kunst-Wettbewerb in Kooperation mit dem Bildungsministerium Rheinland-Pfalz. Mehr als 120 Schülerinnen und Schüler setzten sich künstlerisch mit dem Thema „Unsere digitale Zukunft“ auseinander. Eine interdisziplinäre Jury, bestehend aus renommierten Persönlichkeiten, bewertete die Kunstwerke. Die Urkunden erhielten die Preisträgerinnen und Preisträger von Schirmherrin Malu Dreyer, rheinland-pfälzische Ministerpräsidentin, bei einem imposanten Abschlussevent an der Hochschule Kaiserslautern.



# SIAK

SCIENCE & INNOVATION  
ALLIANCE KAISERSLAUTERN

## Research & Innovation Network Review 2019

*SIAK e.V. is the leading cluster for digital transformation and interdisciplinary research in Kaiserslautern, one of Germany's leading locations for science and technology. The non-profit organization conducts marketing activities and organizes various events to improve Kaiserslautern's branding nationally and internationally. In addition, it offers networking and exchange platforms for its members and partners.*

*In 2019, SIAK, Startup Westpfalz e.V. and the city of Kaiserslautern organized a "Startup & Innovation Festival" for the first time. At this innovation festival in the southwest of Germany, founders, established companies, experts, investors and the general public met in various events.*

*Another highlight was the student art competition in cooperation with the Ministry of Education Rhineland-Palatinate. More than 120 students addressed the topic "Our digital future" artistically and created artwork. An interdisciplinary jury, consisting of renowned personalities, evaluated the artwork. The award winners received their certificates from patron Malu Dreyer, Minister President of Rhineland-Palatinate, at an impressive closing event at the University of Applied Sciences Kaiserslautern.*

Fotos: Martin Koch



[www.science-alliance.de](http://www.science-alliance.de)







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 2019 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 35 Semesterwochenstunden Vorlesung und Labore angeboten. Studierende der TU und HS Kaiserslautern konnten durch die Bearbeitung von Studien- und Diplomarbeiten einen Einblick in einen modernen Forschungsbetrieb und aktuelle, zukunftssträngige Forschungsthemen gewinnen. 2019 wurden 22 Studien- und Diplomarbeiten, 28 Bachelor- und Masterarbeiten, 12 Projektarbeiten sowie 6 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 CUEV.

*In 2019 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 35 hours of lectures and laboratories a week in the summer and winter semesters. Students of the Technical 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. 22 student research projects and diploma theses, 28 bachelor and master theses, 12 project theses, and 6 doctorates were completed in 2019. Colloquia, technology transfer, and internships supplemented IVW's offer in teaching and research. In addition, the institute's employees also contributed to non-university lectures and training, e.g. the biannual fundamental seminar "thermoplastic reinforced composites", organized by CUEV.*





## Wintersemester

Berechnung und Konstruktion von Verbundwerkstoffen Hausmann	2
Verbundwerkstoffe im Flugzeugbau Breuer	3
Fügeverfahren für Verbundwerkstoffe Geiß / Mitschang	2
Konstruieren in Kunststoffen Endemann	2
Labor Werkstofftechnik Eifler / Geiß / Breuer / Mitschang / Seewig	2
Integrierte Produktentwicklung mit Verbundwerkstoffen May	4
Biomimetik in der Werkstoffwissenschaft Wetzel	2
Labor CAE mit Verbundwerkstoffen Hausmann / Schmeer / Duhovic	2

SWS 19

## Sommersemester

Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe Mitschang	2
Verbundwerkstoffbauweisen Schmeer	2
Ermüdung und Lebensdauer Magin	2
Leichtbau Hausmann	4
Labor Maschinenkonstruktion Thema: Demonstration und Herstellung von faserverstärkten Bauteilen im Wickelverfahren Beck / Eigner / Geiß / Mitschang / Müller / Sauer / Stephan	4
Physik multifunktionaler Materialien Gurka	2

SWS 16





Anton Herman Gerard Fokker  
Source: Wikipedia

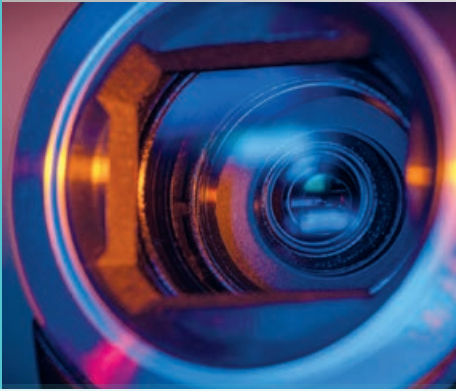
## Auszug aus unseren Schutzrechten

- ▶ **DE102013102486B3**  
Verfahren zur kontinuierlichen Messung des hydrodynamischen Kompaktierungsverhaltens einer Verstärkungsstruktur  
Becker, David; Rieber, Gunnar; Franz, Holger
- ▶ **DE10306345B4**  
Verfahren zur Herstellung eines rotations-symmetrischen 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
- ▶ **DE102018110692.0**  
Verfahren und Vorrichtung zur zeitaufgelösten Analyse von Transferfilmen  
Gebhard, Andreas; Jim, Bai-Cheng
- ▶ **DE102015106802B3**  
Biegeaktuator mit Formgedächtniselement  
Hübler, Moritz; Fritz, Lisa; Nissle, Sebastian; Gurka, Martin
- ▶ **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

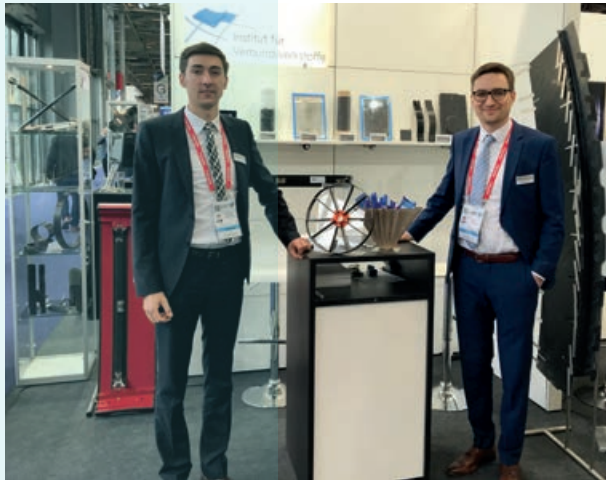
- ▶ **DE102005018477B4**  
Garn mit mineralischen Fasern  
Molnár, Peter
- ▶ **DE102006005104B3**  
Verfahren zur Überwachung eines Bauteils aus einem Kunststoffmaterial  
Molnár, Peter; Ogale, Amol; Mitschang, Peter
- ▶ **DE10354723B4**  
Stoßfängerquerträger für ein Fahrzeug  
Pfaff, Thomas; Schmitt, Uwe
- ▶ **DE102012109671B4**  
Vorrichtung und Verfahren zur Fertigung einer Vorform  
Rieber, Gunnar
- ▶ **DE102011009506B4**  
Vorrichtung zur Herstellung hohler Formbauteile aus einem Faserverbundwerkstoff  
Rieber, Gunnar; Hummel, David
- ▶ **EP2705998B1**  
Deformationselement zur Absorption kinetischer Energie, aus derartigen Elementen hergestellte Einheit sowie Verfahren zur Herstellung eines derartigen Elements  
Schmeer, Sebastian; Schmitt, Uwe; Pfaff, Thomas; Scheliga, David
- ▶ **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



## MÄRZ

**JEC  
WORLD  
2019** The Leading  
International  
Composites  
Show

PARIS-NORD VILLEPINTE  
March 12-13-14, 2019



Die JEC World 2019 fand vom 12. bis 14. März 2019 in Paris statt und ist die größte und wichtigste Fachmesse der Verbundwerkstoffindustrie. Sie bietet einen Überblick über die Wertschöpfungskette von der Rohmaterialherstellung und Verbundwerkstoffproduktion bis hin zum Endprodukt und nachgelagerten Dienstleistungen. 2019 konnte ein weiteres Wachstum mit mehr als 43.500 Besuchern aus 112 Ländern sowie 1.300 Ausstellern verzeichnet werden. Das IVW war wie auch schon in den Jahren zuvor auf dem Gemeinschaftsstand des CCeV vertreten. Das diesjährige Ausstellungs-Highlight, die Druckkalotte der Firma Premium Aerotec für den Airbus A320, an deren Entwicklung das IVW beteiligt war, lockte viele interessierte Besucher auf den Messestand.

*JEC World 2019 took place from March 12<sup>th</sup> to 14<sup>th</sup>, 2019, in Paris and is the largest and most important trade fair of the composites industry. It provides an overview of the value chain from raw material and composite production to the end product and following services. In 2019 a further growth with more than 43,500 visitors from 112 countries and 1,300 exhibitors could be noted. As in previous years, IVW was represented at the joint CCeV stand. This year's exhibition highlight, Premium Aerotec's pressure dome for the Airbus A320, in the development of which IVW was involved, attracted many interested visitors to the stand.*

## APRIL



Der CCeV war im Rahmen des Integrated Lightweighth Plazas vom 1. bis 5. April 2019 auf der Hannover Messe vertreten. Das IVW präsentierte sich zusammen mit dem CFK Valley. Gezeigt wurden der hybride Fügeprozess FlexHyJoin sowie die zum Patent angemeldete Krafteinleitung Helili. Der Bereich des Leichtbaus nimmt eine immer wichtigere Rolle in der Industrie in Deutschland ein, was sich auch dadurch zeigt, dass vom 24. bis 25. Juni 2020 mit der LightCon in Hannover eine neue internationale Kongressmesse allein für Leichtbaulösungen stattfinden wird.

Weiterhin hat unser CompActive-Team das Ausgründungsvorhaben und seine Technologie zur integrierten Aktorik auf Basis von Formgedächtnislegierungen auf dem Gemeinschaftsstand des Landes Rheinland-Pfalz vorgestellt.

CCeV was represented at the Integrated Lightweighth Plaza at the Hannover trade fair from April 1<sup>st</sup> to 5<sup>th</sup>, 2019. Together with CFK Valley, IVW was represented at the stand. The hybrid joining process FlexHyJoin and the patent pending force application Helili were shown. The field of lightweight construction is playing an increasingly important role in the German industry, which is also shown by the fact that in 2020 a new international congress trade fair for lightweight construction solutions named LightCon will take place from June 24<sup>th</sup> to 25<sup>th</sup>, 2020, in Hanover.

Furthermore, our CompActive team presented the spin-off project and its technology for integrated actuators based on shape memory alloys at the joint stand of the state of Rhineland-Palatinate.



Auf dem weltgrößten Automobilkongress zum Thema Kunststoffe im Automobilbau, der PIAE 2019, trafen sich am 3. und 4. April 2019 Entscheider aus der weltweiten Automobilbranche. Sie nutzten den Kongress als Informations-, Diskussions- und Networking-Plattform. Inhaltlich lag der Themenschwerpunkt in diesem Jahr auf den Anforderungen der automobilen Megatrends an die Kunststoffbranche. Vorträge gab es aus den Bereichen In- und Exterieur, Leichtbau, Design und E-Mobilität. Mit rund 1.400 Teilnehmern und 120 Ausstellern aus 14 Ländern knüpfte die Veranstaltung an ihre 40-jährige Erfolgsgeschichte an. Das IVW legte in diesem Jahr den Fokus auf Nachhaltigkeit und stellte gemeinsam mit den Projektpartnern des vom BMBF geförderten Projektes rCF-Mobil Halbzeuge und Bauteile aus recycelten Kohlenstofffasern aus.

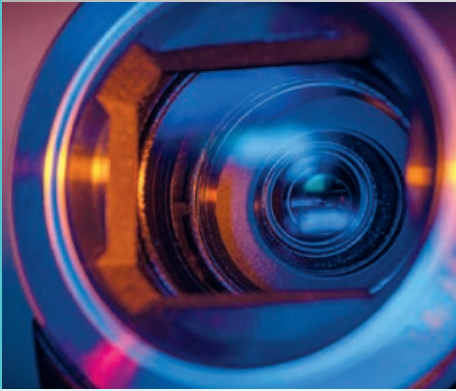


APRIL



On April 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup>, 2019, decision-makers from the global automotive industry met at the PIAE 2019, the world's largest automotive congress on plastics in automotive engineering. The congress served as an information, discussion and networking platform. This year's focus was on the requirements of automotive megatrends for the plastics industry. Presentations were given in the fields of interior and exterior, lightweight construc-





## JULI



tion, design and e-mobility. With approximately 1,400 participants and 120 exhibitors from 14 countries, the event continued its 40-year success story. This year IVW focused on sustainability and exhibited semi-finished products and components made of recycled carbon fibers together with the project partners of the BMBF-funded project rCF-Mobil.

Während der Science and Innovation Road am 5. und 6. Juli 2019 präsentierte die Science & Innovation Alliance Kaiserslautern e.V. der breiten Öffentlichkeit die Leistungsfähigkeit des Forschungsstandorts Kaiserslautern. Die Kompetenzen und Fähigkeiten am und um den Wissenschafts- und Technologiestandort Kaiserslautern wurden in einer zentralen Veranstaltung – mitten in der City – gebündelt. Parallel zum Altstadtfest konnte an diesen zwei Tagen mit dem neuen Format eine bessere Verbindung zwischen den Forschungsarbeiten und der Bevölkerung vor Ort erzielt werden. Das IVW präsentierte sich und eine Auswahl der Forschungsarbeiten in einem Technologiezelt und stand im regen Austausch mit den Besuchern.

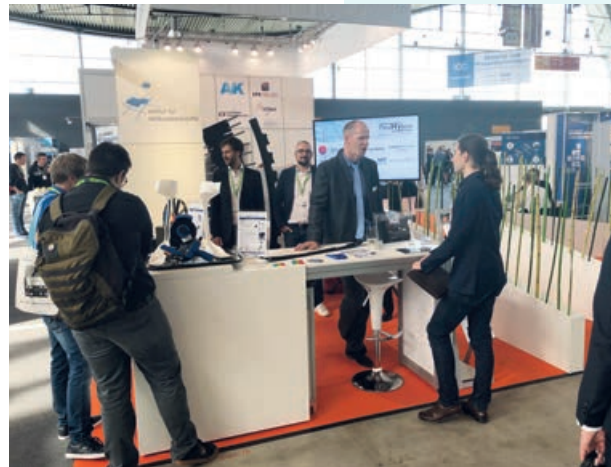
*During the Science and Innovation Road on July 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup>, 2019, the Science & Innovation Alliance Kaiserslautern e.V. presented the capabilities of Kaiserslautern as a research location to the general public. The competences and abilities at and around the science and technology location Kaiserslautern were bundled in a central event in the middle of the city. Parallel to the Old Town Festival, a better connection between research work and the local population could be achieved on these two days with the new format. IVW presented itself and a selection of the research work in a technology tent and was in a lively exchange with the visitors.*

Die in der DACH-Region führende Fachmesse Composites Europe für faserverstärkte Kunststoffe - Abnehmer sind vor allem die Automobilindustrie, die Luft- und Raumfahrt sowie der Anlagen- und Maschinenbau – fand vom 10. bis 12. September 2019 in Stuttgart statt. Das IVW präsentierte sich mit dem Composites Germany und konnte bei den von der AVK vergebenen Innovationspreisen überzeugen. Zusammen mit dem Sondermaschinenbauer M&A Dieterle hat das Institut für Verbundwerkstoffe den dritten Platz bei der Verleihung des AVK-Innovationspreises in der Kategorie Produktentwicklung für einen Handtapeleger gewonnen. Insgesamt verzeichnete die Messe leider eine geringere Nachfrage bei Ausstellern und Besuchern. Der Veranstalter Reed Exhibitions registrierte 310 Aussteller (Vorjahr: 354) und 7,581 Besucher (Vorjahr: 8.148) aus 64 Nationen.

*The leading trade fair Composites Europe for fiber-reinforced plastics in the DACH region - customers are primarily the automotive industry, aerospace and plant and mechanical engineering - took place in Stuttgart from September 10<sup>th</sup> to 12<sup>th</sup>, 2019. IVW presented itself with Composites Germany and was able to convince at the innovation prizes awarded by AVK. Together with the special purpose machine manufacturer M&A Dieterle, the Institute for Composite Materials won third place at the AVK Innovation Awards in the category product development for a manual tapelayer. Unfortunately, the trade fair recorded a lower overall demand from exhibitors and visitors. The organizer Reed Exhibitions registered 310 exhibitors (previous year: 354) and 7,581 visitors (previous year: 8,148) from 64 nations.*



SEPTEMBER

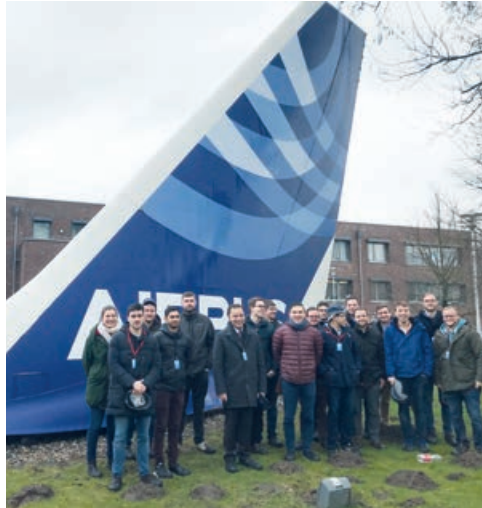


## 2019

### Exkursion zu Airbus *Excursion to Airbus*

Februar

Am 06. und 07. Februar fand im Rahmen der Vorlesung „Verbundwerkstoffe im Flugzeugbau“ von Professor Breuer eine Exkursion mit 20 Studierenden zu Airbus statt. Besucht wurde die CFK-Fertigung im Werk Stade (u.a. Seitenleitwerks-, Landeklappen und Rumpfteilefertigung) sowie die Endlinie im Werk Hamburg (Endmontage Airbus A320).



*On 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> February an excursion with 20 students to Airbus took place in the context of Professor Breuer's lecture "Commercial Aircraft Composite Technology". The students visited the CFRP production in Stade (including fin, flaps and fuselage parts production) and the final assembly line in Hamburg (final assembly Airbus A320).*

## 2019

### 2. Internationales Symposium über Verbundwerkstoffe (Japan) *2<sup>nd</sup> International Symposium on Composite Materials (Japan)*

März

Auf Einladung von Prof. Dr. Takeshi Yoneyama nahm Prof. Mitschang am 25. März mit dem Vortrag "Research Activities of IVW and Development on the Manufacturing of Thermoplastic CFRP" am 2<sup>nd</sup> International Symposium on Composite Materials des Research Center for Advanced Manufacturing Technology (RAMT) der Kanazawa University in Japan teil. In wissenschaftlichen Gesprächen, an dem auch Dr. Tatsuno vom Institut of Science and Engineering teilnahm, wurden gemeinsame Forschungsinteressen identifiziert und konkrete Forschungsthemen für eine angehende Forschungskoooperation definiert. Danach besuchte Prof. Mitschang auch das Unternehmen Enomoto Machine Co. Ltd., mit dessen Eigentümer Yoshio Enomoto und



*At the invitation of Prof. Dr. Takeshi Yoneyama, Prof. Mitschang took part in the 2<sup>nd</sup> International Symposium on Composite Materials of the Research Center for Advanced Manufacturing Technology (RAMT) of Kanazawa University, Japan, on March 25<sup>th</sup>, with his lecture "Research Activities of IVW and Development on the Manufacturing of Thermoplastic CFRP". In sci-*

*entific discussions, in which Dr. Tatsuno from the Institute of Science and Engineering also took part, common research interests were identified and concrete research topics for a prospective research cooperation were defined. Prof. Mitschang also visited the company Enomoto Machine Co. Ltd. and discussed the possibility of*



Geschäftsführer Prof. Dr. Isogawa die Möglichkeit einer intensiven Zusammenarbeit, insbesondere zur Simulation sehr schneller Umformprozesse, erörtert wurde. Abschließend stand ein gemeinsamer Besuch bei Honda Engineering auf dem Programm. Neben aktuellen Arbeiten zur Verarbeitung von thermoplastischen FKV waren für Honda insbesondere Fügetechniken mit Bezug zur Automobilindustrie von großem Interesse.

*an intensive cooperation, especially for the simulation of very fast forming processes, with the owner Yoshio Enomoto and the managing director Prof. Dr. Isogawa. Finally, a joint visit to Honda Engineering was on the agenda. In addition to current work on the processing of thermoplastic FRPC, joining technologies related to the automotive industry were of particular interest to Honda.*

2019

## 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde 22<sup>nd</sup> Symposium Composites and Composite Material

Juni

Über 200 Teilnehmende aus Industrie und Wissenschaft tauschten sich vom 26. bis 28. Juni im Rahmen des 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde über Fachthemen aus. Die alle zwei Jahre an wechselnden Orten stattfindende Tagung wurde nach einem Beschluss im Gemeinschaftsausschuss Verbundwerkstoffe (GAV) vom Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) zusammen mit dem Lehrstuhl für Werkstoffkunde (WKK) unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Joachim Hausmann in Kaiserslautern ausgerichtet. In vier Plenarvorträgen aus der Automobil- und Luftfahrtindustrie wurden Zukunftsperspektiven der Technologieentwicklung aufgezeigt. Ein fünfter Plenarvortrag von Prof. Bodo Fiedler rundete das Programm wissenschaftlich ab. Das Programm beleuchtete alle Aspekte von Verbundwerkstoffen mit polymerer, metallischer und keramischer Matrix sowie von Werkstoffverbunden inklusive hybrider Werkstoffe und Strukturen. Der GAV hatte dafür erstmals ein neues Konzept aus Fachvorträgen und einer stärkeren Gewichtung von Poster-Pitches entwickelt. Rund 40% der Beiträge waren Poster mit einer dreiminütigen Präsentation, die von allen Teilnehmenden bewertet wurden. Der von der CirComp GmbH gespendete und mit 1.000 Euro dotierte Hauptpreis für das beste Poster mit Kurzvor-



*From June 26<sup>th</sup> to 28<sup>th</sup>, more than 200 participants from industry and science exchanged views on specialist topics at the 22<sup>nd</sup> Symposium Composites and*

*Composite Materials. The conference, which is held bi-annually at different locations, was organized in Kaiserslautern by Prof. Dr.-Ing. Joachim Hausmann, Institute of Composite Materials (IVW), together with the Faculty of Materials Science (WKK), following a decision of the Joint Committee on Composite Materials (GAV). In four plenary lectures from the automotive and aviation industries, future perspectives of technology development were presented. A fifth plenary lecture by Prof. Bodo Fiedler rounded off the program scientifically. The program highlighted all aspects of composite materials with polymer, metallic and ceramic matrix as well as of material composites including hybrid materials and structures. GAV had developed a new concept consisting of specialist lectures and stronger emphasis on poster pitches. Around 40% of the contributions were posters with a three-minute presentation, which were evaluated by all participants. The main prize for the best poster with a short lecture, donated by CirComp GmbH and endowed with 1,000 Euro, went to the Space*

trag ging an das Space-Team der Technischen Universität Wien, vertreten durch Tobias Bauernfeind. Die weiteren Preise - Buchgutscheine des Springer-Verlags - erhielten Timo Fromm (2. Platz, FAU Erlangen), Christian Goergen und Oliver Rimmel (beide 3. Platz, IVW) sowie Maik Trautmann (TU Chemnitz) für das beste Poster ohne Präsentation.



*Team of the Vienna University of Technology, represented by Tobias Bauernfeind. The other prizes - book vouchers from Springer Publishing - were awarded to Timo Fromm (2<sup>nd</sup> place, FAU Erlangen), Christian Goergen and Oliver Rimmel (both 3<sup>rd</sup> place, IVW) and Maik Trautmann (TU Chemnitz) for the best poster without presentation.*

## 2019

### Besuch der King Mongkut's University of Technology, Thailand *Visiting King Mongkut's University of Technology, Thailand*

#### AUGUST

Vom 5. bis 24. August war Dr. Bernd Wetzel zu Gast an der King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Thailand. Wesentliches Ziel des Projekts "Sliding wear performance of highly compacted oil palm wood" ist die Entwicklung von verdichtetem Holz. Das Besondere: Die Modifikation des natürlichen Verbundwerkstoffes "Holz" (durch umweltverträgliche Prozesse) und die anschließende Verdichtung schaffen einen natürlichen und nachhaltigen Werkstoff mit exzellenten technischen Eigenschaften, z. B. sehr hohe Festigkeit und Verschleißresistenz. Neben der Projektarbeit wurden an der KMUTNB Kontakte



zu leitenden Wissenschaftlern geschlossen. Zusammen mit dem Präsidenten der KMUTNB, Prof. Dr.-Ing. habil. Suchart Siengchin, nahm Dr. Wetzel an zahlreichen Veranstaltungen teil, hielt Vorlesungen und besuchte auch die deutsche Botschaft in Bangkok. Besonders im Fokus stand jedoch der wissenschaft-

*From August 5<sup>th</sup> to 24<sup>th</sup>, Dr. Bernd Wetzel was a welcome guest at King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Thailand. Main objective of the project "Sliding wear performance of highly compacted oil palm wood" is the development of compressed wood. The particularity is the modification of the natural composite material "wood" (through environmentally compatible processes) as well as the subsequent compression create a natural and sustainable material with excellent technical properties, e.g. very high strength and wear resistance. In addition*

*to this project work, Dr. Wetzel took the opportunity to establish contact with leading scientists. Together with the President of the KMUTNB, Prof. Dr.-Ing. habil. Suchart Siengchin, he participated in numerous events, gave lectures and also visited the German embassy in Bangkok. However, particular focus remained the scientific*

liche Diskurs mit Doktorandinnen und Doktoranden der KMUTNB. Das Forschungsvorhaben wird vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) unterstützt.

*discourse with PhD students of KMUTNB. This research project is supported by the German Academic Exchange Service (DAAD).*

2019

## International Conference of Composite Materials (ICCM) Australien *International Conference of Composite Materials" (ICCM) Australia*

AUGUST

Vom 11. bis 16. August fand in Melbourne die „International Conference of Composite Materials“ (ICCM) statt, die mit rd. 1.500 Teilnehmenden der internationale Treffpunkt für Composite Wissenschaftler ist. Das IVW war mit mehreren Fachvorträgen aus allen drei Abteilungen vertreten. Als wichtige Zukunftstrends konnten die Themen Simulation, Materialfunktionalisierung inkl. Sensorikintegration und Additive Manufacturing beobachtet werden, die das IVW in seinem Forschungsprogramm verankert hat.

*The "International Conference of Composite Materials" (ICCM) took place in Melbourne from August 11<sup>th</sup> to 16<sup>th</sup>. With around 1,500 participants, it is the international meeting place for composite scientists. IVW was represented with several lectures from all three departments. As important future trends the topics simulation, material functionalization including sensor integration and additive manufacturing could be observed, which IVW has anchored in its research program.*

2019

## Alumnipreis *Alumni-Award*

AUGUST

Am 23. August wurde zum zweiten Mal der Alumni-Preis für die beste studentische Arbeit vergeben. In einer Onlineabstimmung unter den IVW Alumni erhielt die Bachelorarbeit von Herrn Daniel Saar mit dem Thema: „Experimentelle Untersuchung zur Herstellung und Verarbeitung von kontinuierlich faserverstärkten Thermoplast-Preforms im variothermen Imprägnierprozess“ die meisten Stimmen. Herr Saar freute sich neben einer Urkunde auch über die neueste Ausgabe des Fachbuchs Verbundwerkstoffe und über das Preisgeld in Höhe von 500 €. Wir wünschen ihm für sein weiteres Masterstudium alles Gute.



*On August 23<sup>rd</sup>, the Alumni-Award for the best student work was presented for the second time. In an online voting among IVW's alumni, Daniel Saar's bachelor thesis with the topic: "Experimental investigation into the production and processing of continuously fiber-reinforced thermoplastic preforms in the variothermal impregnation process" received the most votes. In addition to a certificate, Mr. Saar was also pleased with the latest edition of the specialist book on composite materials and the prize money of 500 €. We wish him all the best for his further master studies.*



2019

AVK-Innovationspreis  
AVK Innovation Award

SEPTEMBER

Zusammen mit dem Sondermaschinenbauer M&A Dieterle hat das Institut für Verbundwerkstoffe den dritten Platz bei der Verleihung des AVK-Innovationspreises in der Kategorie Produktentwicklung gewonnen. Ausgezeichnet wurde das Handlaminiergerät (HLG): ein Tapebleger zur händischen Applikation von unidirektional orientierten thermoplastischen Fasertapes.

Die Innovation basiert auf der Entwicklung einer Prozesskette zur Herstellung von individualisierten Fußgelenksorthesen, deren Stützleistung sich individuell an die Bedürfnisse des Patienten anpassen lässt. Hierfür wird die Orthese lastpfadgerecht mit unidirektional orientierten Carbonfasertapes verstärkt. Zur einfachen und schnellen Verstärkung der Orthesen wurde das HLG entwickelt, sodass der Orthopädiemechaniker vor Ort die Fasertapes auf die Orthese ablegen kann. Dazu wird das Matrixmaterial mittels eines Heißschuhs in den schmelzflüssigen Zustand versetzt und anschließend auf die Orthese gedrückt. Das potentielle Anwendungsfeld des HLG geht allerdings weit über den Orthesenbau hinaus. Durch die geringeren Investitionskosten im Vergleich zum Industrieroboter wird durch den HLG eine Tapeverstärkung auch bei der Produktion von Bauteilen mit kleiner Stückzahl rentabel. Zusätzlich lässt sich der HLG bei individuell angepassten Bauteilen leicht anwenden, da hier keine bauteilabhängige Programmierung des Ablegeprozesses notwendig ist. Die Verleihung des Preises fand im Rahmen des 5<sup>th</sup> International Composites Conference (ICC) am 10. September 2019 statt.

*Together with the special machine manufacturer M&A Dieterle, the Institute for Composite Materials won third place in the AVK Innovation Award in the product development category. The award went to the Hand Laminator (HLG): a tape applicator for the manual application of unidirectionally oriented thermoplastic fiber tapes. The innovation is based on the development of a process chain for the manufacture of individualized ankle orthoses whose support performance can be*



*individually adapted to the needs of the patient. For this purpose, the orthosis is reinforced with unidirectionally oriented carbon fiber tapes according to the load path. The HLG was developed*

*for simple and quick reinforcement of the orthoses, so that the orthopedic technician can place the fiber tapes on the orthosis on site. For this purpose, the matrix material is brought into the molten state by means of a hot shoe and then pressed onto the orthosis. However, the potential field of application of the HLG goes far beyond orthosis construction. Due to the lower investment costs compared to an industrial robot, the HLG also makes tape reinforcement profitable for the production of components with small quantities. In addition, the HLG is easy to use for individually adapted components, since no component-dependent programming of the placement process is necessary here. The award ceremony took place during the 5<sup>th</sup> International Composites Conference (ICC) on September 10<sup>th</sup>, 2019.*



2019

„AG Biocomposites“ des Composites United e.V.  
*“AG Biocomposites” of Composites United e.V.*

SEPTEMBER

Am 17. September fand am IVW die jährliche Sitzung der „AG Biocomposites“ des Composites United e.V. (CUEV) statt. Im Fokus stand die Entwicklung von nachhaltigen Alternativen von Verbundwerkstoffen durch Verstärkungsfasern aus nachwachsenden Rohstoffen. Spannende Projekte zum Einsatz von Biocompositen in der Architektur und dem Bauwesen, von Basaltfasern bis hin zu Hybridverbunden sowie weitere Naturmaterialien wurden von dem Fachbereich BioMat-ITKE der Universität Stuttgart, der Kompetenzzentrum Holz GmbH (Wood K plus), dem Fachbereich Angewandte Logistik- und Polymerwissenschaften der HS Kaiserslautern, den Bauingenieuren der TU Kaiserslautern, der Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät der Universität des Saarlandes und dem Institut für Verbundwerkstoffe präsentiert.

*On September 17<sup>th</sup>, the annual meeting of the “AG Biocomposites” of Composites United e.V. took place at IVW. The focus was on the development of sustainable alternatives of composite materials by means of reinforcing fibers from renewable raw materials. Exciting projects on the use of biocomposites in architecture and civil engineering, from basalt fibers to hybrid composites and other natural materials, were presented by the BioMat-ITKE department of the University of Stuttgart, the Wood K plus competence center, the Department of Applied Logistics and Polymer Sciences of the University of Applied Science Kaiserslautern, the civil engineers of the Technical University of Kaiserslautern, the Faculty of Natural Sciences and Technology of the University of Saarland and the Institute for Composite Materials.*

2019

Workshop: 3D-Charakterisierung mit dem Zeiss Versa 520  
*Workshop: 3D-Characterization with the Zeiss Versa 520*

SEPTEMBER

Am 23. September fand am IVW der Workshop „Open House: 3D-Charakterisierung mit dem Zeiss Versa 520“ statt. Dieser war eine gemeinsame Veranstaltung der Math2Market GmbH, der Carl Zeiss AG und des IVW, das seit Anfang 2019 das Röntgenmikroskop Xradia 520 Versa mit Insitu-Prüfung zu seinem umfangreichen Gerätepark zählen kann. Vorgestellt wurde die Funktionsweise sowie potentielle Anwendungsmöglichkeiten der zerstörungsfreien dreidimensionalen Strukturaufklärung an Verbundwerkstoffen und ergänzende Methoden zur digitalen Materialcharakterisierung mittels GeoDict®. Im Rahmen des internationalen Workshops wurden rund um diese Themen Fachvorträge zum patentierten Funktionsprinzip und zur Bedeutung der zerstörungsfreien 3D-Strukturaufklärung und deren weiterführenden Nutzen in virtuellen Modellen und Experimenten an Hand von aussagekräftigen Beispielen darlegte.

*On September 23<sup>rd</sup>, the “Open House: 3D-Characterization with the Zeiss Versa 520” workshop took place at IVW. This was a joint event of Math2Market GmbH, Carl Zeiss AG and the IVW, which has been able to include the Xradia 520 Versa X-ray microscope with in-situ inspection in its extensive equipment pool since the beginning of 2019. The event demonstrated the functionality and potential applications of non-destructive three-dimensional structure elucidation on composite materials and complementary methods for digital material characterization using GeoDict®. Within the scope of the international workshop, technical presentations on the patented functional principle and the importance of non-destructive 3D structure elucidation and its further use in virtual models and experiments were presented by means of significant examples.*

2019

## Besuch der University of Auckland *Visit of the University of Auckland*

SEPTEMBER

Vom 23. September bis 02. Oktober besuchten Wissenschaftler des Centre for Advanced Composite Materials (CACM) der University of Auckland das IVW. Hintergrund ist ein gemeinsames Projekt im Rahmen des Mobilitätsförderprogramms des BMBF („Retention“, Förderkennzeichen 01DR18005). Das Ziel des Projektes ist es, das Potenzial eines neuartigen Fertigungskonzepts zur Herstellung von Faser-Kunststoff-Verbunden für die Industrien beider Länder zu evaluieren. Bei dem neuen, auf eine hohe Prozessrobustheit abzielenden Konzept, werden imprägnierte und trockene Faserstrukturen gestapelt; anschließend wird durch einen Vakuumaufbau ein Harztransfer initiiert. In einer ersten Austauschrunde im Januar besuchten die IVW-Wissenschaftler das CACM. Zum Gegenbesuch kamen der Leiter des CACM, Prof. Simon Bickerton, sowie Dr. Tom Allen und Mr. Graeme Finch. Ein gemeinsames Folgeprojekt mit Industriebeteiligung wird vorbereitet.



*Scientists from the Centre for Advanced Composite Materials (CACM) at the University of Auckland visited IVW from 23<sup>rd</sup> September until 02<sup>nd</sup> October. Background is a joint project within the mobility support program of the BMBF („Retention“, funding code 01DR18005). The aim of the project is to evaluate the potential of a novel manufacturing concept for the production of fiber-plastic composites for the industries of both countries. In the new concept, which aims at a high process robustness, impregnated and dry fiber structures are stacked; subsequently, a resin transfer is initiated by a vacuum build-up. In a first exchange round in January IVW scientists visited the CACM. The return visit was made by the head of the CACM, Prof. Simon Bickerton, as well as Dr. Tom Allen and Mr. Graeme Finch. A joint follow-up project with industrial participation is being prepared.*

2019

## Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress *German Aerospace Congress*

SEPTEMBER

Vom 30. September bis 02. Oktober fand mit rd. 700 Teilnehmern aus Wissenschaft und Industrie in Darmstadt der Deutsche Luft- und Raumfahrtkongress der DGLR (Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt Lilienthal-Oberth e.V.) statt. Das IVW war mit einem Fachbeitrag sowie durch mehrere Sitzungsleitungen vertreten. Prof. Breuer ist Fachbereichsleiter „Werkstoffe und Fertigungstechnologie“ der DGLR.

*From 30<sup>th</sup> September to 02<sup>nd</sup> October the German Aerospace Congress of the DGLR (German Aerospace Society Lilienthal-Oberth e.V.) took place in Darmstadt with about 700 participants from science and industry. IVW was represented with a technical contribution as well as by several chairmen. Prof. Breuer is head of the department „Materials and Manufacturing Technology“ of the DGLR.*



2019

DGLR-Workshop  
DGLR-Workshop

NOVEMBER



Am 12. November haben sich auf Einladung des Fachbereichs „Werkstoffe - Verfahren - Bauweisen“ der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt - Lilienthal - Oberth e.V. (Leitung: Dr.-Ing. Christian Weimer, Airbus, und Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer, IVW) rund 25 Teilnehmer am IVW zu einem Workshop getroffen. Die Arbeitsgruppe umfasste Vertreter namhafter Hersteller, Zulieferer und Forschungseinrichtungen. Herausforderungen, Schlüsseltechnologien und mögliche Lösungsansätze sowie wichtige Handlungsempfehlungen für ökoeffiziente Material- und Prozesstechnologien der Zukunft wurden identifiziert. Ziel der Arbeitsgruppe ist die gemeinsame Erarbeitung eines „White Paper“. Die DGLR will die Ergebnisse nutzen, um sich auf nationaler und europäischer Ebene für die notwendige Forschungsförderung einzusetzen und die Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette zu initiieren und zu begleiten. Auf diese Weise sollen wichtige Beiträge zu den Vorgaben der UN Sustainable Development Goals und den Zielen der Europäischen Kommission sowie der deutschen Bundesregierung ermöglicht, die Forschung und Entwicklungen vielversprechender neuer Technologien beschleunigt, der Technologietransfer gefördert und die Marktposition der beteiligten Unternehmen nachhaltig verbessert werden.

*On November 12<sup>th</sup>, at the invitation of the Department “Materials - Processes - Construction Methods” of the German Aerospace Center - Lilienthal - Oberth e.V., (lead: Dr.-Ing. Christian Weimer, Airbus, and Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer, IVW), about 25 participants met at IVW for a workshop. The working group included representatives of well-known manufacturers, suppliers and research institutions. Challenges, key technologies and possible solutions as well as important recommendations for future eco-efficient material and process technologies were identified. Aim of the working group is the joint development of a “white paper”. The DGLR intends to use the results to support the necessary research funding at national and European level and to initiate and accompany cooperation along the value chain. In this way, important contributions to the requirements of the UN Sustainable Development Goals and the goals of the European Commission and the German Federal Government will be made possible, research and development of promising new technologies will be accelerated, technology transfer promoted and the market position of the participating companies sustainably improved.*

## Veröffentlichungen

*Publications*

- Akpan, E. I.; Wetzel, B.; Friedrich, K.: Process design for performance improvement in purely ecofriendly composites for structural applications, *Journal of Applied Polymer Science*, (2019), S. 1–14, DOI: 10.1002/app.48719
- Akpan, E. I.; Shen, X.; Wetzel, B.; Friedrich, K.: Design and synthesis of polymer nanocomposites, Elsevier-Verlag (2019), ISBN: 978-0-12-81404-2, S. 47–83, DOI: 10.1016/b978-0-12-814064-2.00002-0
- Argus, P.; Gurka, M.; Kelkel, B.: Development of a small-scale and low-cost SHM system for thin-walled CFRP structures based on acoustic emission analysis and neural networks, Gyekenyesi, A. L. (Hrsg.): *Nondestructive Characterization and Monitoring of Advanced Materials, Aerospace, Civil Infrastructure, and Transportation XIII* (2019), ISBN 978-1-5106-2597-6, S. 49
- Argus, P.; Gurka, M.; Kelkel, B.: Development of a small-scale and low-cost SHM system for thin-walled CFRP structures based on acoustic emission analysis and neural networks, SPIE, 03. März 2019, Denver, USA
- Bajpai, A.; Wetzel, B.; Klingler, A.; Friedrich, K.: Mechanical properties and fracture behavior of high-performance epoxy nanocomposites modified with block polymer and core-shell rubber particles, Wiley, *Journal of Applied Polymer Science* (2019), DOI: 10.1002/app.48471
- Bajpai, A.; Wetzel, B.: Effect of different types of block copolymers on morphology, mechanical properties, and fracture mechanisms of bisphenol-F based epoxy system, MDPI AG, *Journal of Composites Science* (3) (2019), S. 68, DOI: 10.3390/jcs3030068
- Bajpai, A.; Wetzel, B.: Tensile testing of epoxy-based thermoset system prepared by different methods, MDPI AG, preprints.org (2019), DOI: 10.20944/preprints201907.0143.v1
- Baumann, A.; Backes, A.; Hausmann, J.: Insights into a better understanding of organo sheets under fatigue loading, European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes (EUROMAT19), 01.–05. September 2019, Stockholm, Schweden
- Baumann, A.; Hausmann, J.: Verhalten von Organoblechen unter Ermüdungsbelastung, Sitzung AG Strukturelle Integrität und UAG Composite Fatigue des Composites United e.V., 06. November 2019, Lindau
- Baz, S.; Goergen, C.: Herstellung und Verarbeitung imprägnierter Stapelfaserhalbzeuge aus recycelten Carbonfasern, 3. Fachtagung Composite Recycling und LCA, 20.–21. Februar 2019, Stuttgart
- Becker, S.; Mitschang, P.: Influence of thread-count of carbon twill textile reinforced polyamide 66 laminates on the inductive heating behavior, *Journal of Thermoplastic Composite Materials* (2019), <https://doi.org/10.1177/0892705719854493>
- Becker, S.; Mitschang, P.: Beeinflussung der Induktionserwärmung von textilverstärktem CFK durch Laminatparameter, *Kunststofftechnik*, 15 (2019) 3, S. 210–244
- Becker, S.; Weidmann, S.; Mitschang, P.: Efficient joining of FRPC in car body construction by means of induction, *Automotive Engineering Congress*, 04.–05. Juni 2019, Nürnberg
- Becker, Y. N.: Chancen und Herausforderungen – Entwicklung eines hybriden CFK-Pedikelschraubensystems, CCEV Thementag „Herausforderung CFK in der Medizinbranche“, 18. Juni 2019, Duderstadt
- Becker, Y. N.; Motsch-Eichmann, N.; Hausmann, J.: Development of a new hybrid composite pedicle screw: numerical and experimental investigation, 9<sup>th</sup> International Conference on Composites Testing and Model Identification (CompTest 2019), 27.–29. März 2019, Luleå, Schweden
- Becker, Y. N.; Motsch-Eichmann, N.; Breuer, U. P.: Examination of the interface strength of hybrid, overmoulded thermoplastic composite parts, 22<sup>nd</sup> International Conference on Composite Materials (ICCM22), 11.–16. August 2019, Melbourne, Australien
- Becker, Y. N.; Motsch-Eichmann, N.; Hausmann, J.: Composite pedicle screws system with a function optimized configuration; DVM Zuverlässigkeit von Implantaten und Biostrukturen, 27.–28. November 2019, Rostock
- Blass, U.; Heydt, T.; Motsch-Eichmann, N.: 3DPrint2Fiber – Development of a hybrid process for the production of personalized and structurally optimized 3D-print orthoses on site, 5<sup>th</sup> International Composites Conference, (ICC19), 10.–12. September 2019, Stuttgart
- Blass, U.; Heydt, T.; Schrick, B.; Motsch-Eichmann, N.: Entwicklung eines Tapeablegers zur händischen Applikation von unidirektional orientierten Fasertapes, AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V., 5. Juni 2019, Frankfurt

- Blass, U.; Motsch-Eichmann, N.: Recycled carbon fiber reinforced beech wood beam, CCEV – AG Biocomposites, 17. September 2019, Kaiserslautern
- Dmitriev, A. I.; Jim, Bai-Cheng, Wetzel, Bernd: Study of the influence of size and shape of nanofillers of a polymer composite on the tribolayer formation, 10<sup>th</sup> International Conference BALTRIB, 14.–16. November 2019, Kaunas, Litauen
- Domm, M.; Schlimbach, J.; Mitschang, P.: Characterization method for continuous fiber reinforced thermoplastic strands, *Journal of Thermoplastic Composite Materials* (2019), <https://doi.org/10.1177/0892705719838590>
- Duhovic M.; Aswale P.; Schommer D.; Hausmann J.: Development of a process simulation model of a pultrusion line, 12<sup>th</sup> European LS-DYNA® Users Conference, 14.–16. Mai 2019, Koblenz
- Duhovic M.; Jagdale O.; Schommer D.; Münch L.: Automated calibration of thermoforming material models in LS-DYNA® using LS-OPT®, EUROMECH Colloquium 602 – Composite Manufacturing Processes: Analyses, Modelling and Simulations, 13.–15. März 2019, Lyon, Frankreich
- Duhovic M.; Kelly P.; May D.; Allen T.: Simulating compression-induced resin transfer from a saturated non-woven into a dry fiber structure, 22<sup>nd</sup> International Conference on Composite Materials (ICCM22), 11.–16. August 2019, Melbourne, Australien
- Duhovic M.; Patil P.; Scheliga D.; Schommer D.; Münch L.; Hausmann J.: Development of a customized beam-to-shell element model mapping tool, 12<sup>th</sup> European LS-DYNA® Users Conference, 14.–16. Mai 2019, Koblenz
- Finck, D., Seidel, C., Hausmann, J., Rief, T.: Creep-induced screw preload loss of carbon-fiber sheet molding compound at elevated temperature, *Materials* 2019, 12(21), 3598, doi:10.3390/ma12213598
- Gebhard, A.; Jim, B.-C.; Wetzel, B.: Gleitkontakt bei Kunststoff-Metall-Verbindungen - Bildung, Wirkung und Stabilität von Transferfilmen, 13. Kunststoff-Dia(hr)log, 15. Mai 2019, Bad Neuenahr-Ahrweiler
- Gebhard, A.; Jim, B.-C.; Wetzel, B.: On selected aspects of the sliding wear of 3D printed polymers, LUVOCOM® Polymer Technology Conference, 28. März 2019, Frankfurt
- Gebhard, A.; Jim, B.-C.; Wetzel, B.: In-situ quantification of polymeric transfer films by a novel optical method, Freudenberg Technology Innovation, 24. Januar 2019, Weinheim
- Goergen, C.; Baz, S.; Reichert, O.; Mitschang, P.; Gresser, G.: Tiefziehbare Organobleche aus recycelten Carbonfasern, *Kunststofftechnik*, 15 (2019) 1, S. 54–94
- Goergen, C.; Klingler, A.; Grishchuk, S.; May, D.; Wetzel, B.; Mitschang, P.: Novel approach in B-Staging of an epoxy resin for development of rCF non-woven prepregs for RTP processing, *Key Engineering Materials* 809 (2019), S. 521–526, DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.809.521
- Goergen, C.; May, D.; Mitschang, P.: Resin transfer pressing – a novel process for large scale composite manufacturing, 22<sup>nd</sup> International Conference on Composites Materials (ICCM 22), 11.–16. August 2019, Melbourne, Australien
- Gortner, F.; Mitschang, P.: Bio-based and renewable filler materials for thermoset compounds, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW, Kaiserslautern
- Gortner, F.; Mitschang, P.; Neu, W.; Dittrich, A.; Schmidt, L.; Braun, I.; Zhao, L.; Ziesak, A.; Schäfer, V.: Efficient process chain for processing natural fiber reinforced thermoplastics, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW, Kaiserslautern
- Gortner, F.; Mitschang, P.; Ooms, P.; Friedrich, C.: Development of a sheet molding compound (SMC) on the basis of renewable raw materials, 5<sup>th</sup> International Composites Conference (5<sup>th</sup>ICC), 10.–12. September 2019, Stuttgart
- Gortner, F.; Mitschang, P.; Ooms, P.; Friedrich, C.: Dichtereduktion in SMC-Halbzeugen durch den Einsatz von bio-basierten und nachwachsenden Rohstoffen, 02. Aufl., CVC-Newsletter, (2019)
- Gryshchuk, L.; Grishchuk, S.; Wetzel, B.; Tzanov, T.; Ivanova, K.; Ramon Portes, E.; Silva, C.; Ornelas, M.; Ribeiro, A.; Sánchez-Gómez, S.; Llorente, M.; Torres, N.; Beirao, A.; Teixeira, R.: Functional tiny capsules for skin care products, 10<sup>th</sup> Conference on Green Chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry (GCNPM 2019), 9.–11. Oktober 2019, Riga, Lettland
- Hausmann, J. (Editor): 22<sup>nd</sup> Symposium on Composites, *Key Engineering Materials*, Vol. 809, Trans Tech Publications Ltd., Zürich, 2019



## Veröffentlichungen

*Publications*

- Hausmann, J.; Schmidt, S.: Thermal residual stresses in CFRP metal hybrids: Modification and influence on fatigue life time, European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes (Euromat 2019) 01.–06. September 2019, Stockholm, Schweden
- Heydt, T.; Blass, U.; Motsch-Eichmann, N.: 3DPrint2Fiber – Entwicklung eines Hybridverfahrens zur Herstellung von personalisierten und strukturell optimierten 3D-Druck Orthesen vor Ort, CCEV Thementag „Herausforderungen in der Medizinbranche“, 18. Juni 2019, Duderstadt
- Hümbert, M.; Schmidt, T.; Widera, A.; May, D.; Motsch, N.: Mit simulativ-experimentellen Ansatz zum digitalen Zwillings, 02. Aufl., Carbon Composites Magazin, (2019), S. 24, <http://docplayer.org/154987301-Magazin-carbon-composites-die-mitgliederzeitschrift-des-ccev.html>
- Ischtschuk, L.; Ohlendorf, J.-H.; Großpietsch, T.; Semar, J. E.; Brink, M.; Hogeback, T.; Bärtl, C.: Multifunktionales Hybridmaterial zum Schutz von Rotorblättern, *Lightweight Design*, Volume 12, Issue 4, (2019), S. 18–25, DOI: 10.1007/s35725-019-0035-5
- Jim, B.-C.: Gleitkontakt bei Kunststoff-Metall-Verbindungen. Bildung, Wirkung und Stabilität von Transferfilmen, IVW Doktorandentagung, 16. Mai 2019, Losheim am See
- Jim, B.-C.: Novel in-situ method for studying transfer films and tribology performance of additives, Automotive Composites Conference & Exhibition (ACCE), 04.–06. September 2019, Novi, USA
- Jim, B.-C.; Gebhard, A.; Wetzels, B.: On the kinetic and stability of transfer films in polymer/metal slide pairings, 60. Tribologie-Fachtagung, 23.–25. September 2019, Göttingen
- Jim, B.-C.; Gebhard, A.; Wetzels, B.: Sliding friction in polymer-metal pairings formation, impact and stability of transfer films, Superior Graphite, 09. März 2019, Chicago, USA
- Kaiser, M.: Implementation and investigation of a compact, powerful system for diagnosis and control of shape memory alloys in technical applications, the ASME 2019 Conference on Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems (SMASIS 2019), 09.–11. September 2019, Louisville, USA
- Kelkel, B.; Argus, P.; Gurka, M.: Potentiale, Risiken und Herausforderungen der modalen Schallemissionsanalyse bei der Quellenidentifikation in dünnwandigen Faserkunststoffverbunden, 22. DGZfP Kolloquium Schallemission, 27.–28. März 2019, Karlsruhe
- Kelkel, B.; Argus, P.; Gurka, M.: Skalierbares Überwachungssystem für die Lokalisierung von Schädigungsereignissen in dünnwandigen CFK-Strukturen auf Basis der Schallemissionsanalyse und neuronalen Netzwerken, Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW, Kaiserslautern
- Kelkel, B.; Argus, P.; Gurka, M.: Demonstrator zur in-situ Lokalisierung von Schädigungsereignissen in dünnwandigen CFK-Strukturen, Shaker-Verlag, *Smarte Strukturen und Systeme* (2019), ISBN 978-3-8440-6425-4, S. 311–324
- Kelkel, B.; Argus, P.; Gurka, M.: Demonstrator zur in-situ Lokalisierung von Schädigungsereignissen in dünnwandigen CFK-Strukturen, Symposium für Smarte Strukturen und Systeme (4SMARTS), 22. Mai 2019, Darmstadt
- Kelkel, B.; Gurka, M.: Anwendung der modalen Schallemissionsanalyse zur Charakterisierung des Degradationsverhaltens dünnwandiger CFK Laminat unter quasi-statischer Zugbelastung, DACH-Jahrestagung 2019 - Zerstörungsfreie Materialprüfung, 27.–29. Mai 2019, Friedrichshafen
- Klingler, A.; Kelkel, B.; Rief, T.; Gurka, M.; Wetzels, B.: Charakterisierung der Faser-Matrix Haftung mittels Einzelfaser-Broutman-Test und Schädigungsanalyse, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW, Kaiserslautern
- Klingler, A.; Wetzels, B.; Breuer, U.; Friedrich, K.: Interlaminar shear properties of toughened carbon fiber reinforced composites, 22<sup>nd</sup> International Conference on Composite Materials, 11.–16. August 2019, Melbourne, Australien
- Kopietz, M.; Wetzels, B.; Friedrich, K.: Flexural and fracture mechanical properties of in situ particulate reinforced organomineral hybrid resins modified by organofunctional silanes (174) (2019), S. 169–175, DOI: 10.1016/j.compscitech.2019.02.013
- Krooß, T.; Gurka, M.; Breuer, U.: Investigation of morphologies and tensile impact toughness of immiscible polyphenylene sulfide/polyether sulfone films and carbon fiber composites by quantitative optical methods, *Polymer Composites* (2019), S. 2–12, DOI: 10.1002/pc.25234
- Kühn, F.; Rehra, J.; May, D.; Schmeer, S.; Mitschang, P.: Dry fiber placement of carbon/steel fiber hybrid preforms for

- multifunctional composites, *Advanced Manufacturing: Polymer & Composites Science* (2019), <https://doi.org/10.1080/20550340.2019.1585027>, 04. März 2019
- Kühn, F.; May, D.; Mitschang, P.: Automated fiber placement and variothermal pressing of thermoplastic towpregs, 22<sup>nd</sup> International Conference on Composites Materials (ICCM22), 11.–16. August 2019, Melbourne, Australien
  - Lehmus, D., von Hehl, A., Hausmann, J., Kayvantash, K., Alderliesten, J., Hohe, J.: New materials and processes for transport applications: going hybrid and beyond, *Adv. Eng. Mater.* 2019, first published: 04 March 2019, <https://doi.org/10.1002/adem.201900056>
  - Lehmus, D., Hausmann, J., von Hehl, Hohe, J., Alderliesten, J., A., Kayvantash, K.: Advanced Materials for Transport Applications, special issue of *Materials* 2019, ISSN 1996-1944
  - May, D.; Aktas, A.; Advani, S.G.; Berg, D.C.; Endruweit, A.; Fauster, E.; Lomov, S.V.; Long, A.; Mitschang, P.; Abaimov, S.; Abliz, D.; Akhatov, I.; Ali, M.A.; Allen, T.D.; Bickerton, S. M.; Bodaghi, Caglar, B.; Caglar, H.; Chiminelli, A.; Correia, N.; Cosson, B.; Danzi, M.; Dittmann, J.; Ermanni, P.; Francucci, G.; George, A.; Grishaev, V.; Hancioglu, M.; Kabachi, M.A.; Kind, K.; Lagardère, M.D.; Laspalas, M.; Lizaranzu, M.; Liotier, P.-J.; Middendorf, P.; Morán, J.; Park, C.H.; Pipes, R.B.; Pucci, M.F.; Raynal, J.; Rodriguez, E.S.; Schledjewski, R.; Schubnel, R.; Sharp, N.; Sims, G.; Sozer, E.M.; Thomas, J.; Umer, R.; Wijaya, W.; Willenbacher, B.; Yong, A.; Zaremba, S.; Ziegmann, G.: In-plane permeability characterization of engineering textiles based on radial flow experiments: A benchmark exercise, *Composites Part A* (2019), S. 100–114
  - Lima Santos, A.; Cocchieri Botelho, E.; Zenhei Nkazato, R.; Schmeer, S.: Influence of anodization of aluminum 2024 T3 for application in aluminum/CF/epoxy laminate, *Composites Part B*; accepted 16. December 2019
  - May, D.; Semar, J.; Rimmel, O.; Schmidt, T.: Know your textile! – Auf dem Weg zur standardisierten und effizienten Permeabilitätsmessung, *RTM Anwenderforum*, 25.–26. Juni 2019, Augsburg
  - May, D.; Kühn, F.; Etchells, M.; Fauster, E.; Endruweit, A.; Lira, C.: A reference specimen for compaction tests of fiber reinforcements, *SAMPE Europe Conference*, 17.–19. September 2019, Nantes, Frankreich
  - Mitschang, P.: Seminar on advanced technologies for thermoplastic composites, Research Center of Advanced Manufacturing Technology, 25. März 2019, Kanazawa University, Japan
  - Mitschang, P.: Advanced technologies for thermoplastic composites and process simulation, 27. März 2019, Sagami-hara-City, Japan
  - Mitschang, P.: Seminar on advanced technologies for thermoplastic composites, Honda Engineering Co., Ltd., 28. März 2019, Tochigi, Japan
  - Mitschang, P.; Krämer, A.: Thermoplastische FKV Halbzeuge und Prozesse: Eine Schicksalsgemeinschaft, 7. thermoPre®-Fachtagung, 09.–10. Oktober 2019, Chemnitz
  - Motsch-Eichmann, N.; Rieger, F.; Rief, T.; Hausmann, J.: Investigation of pre-cured carbon fiber/epoxy-laminates for modified co-curing process, *SAMPE Europe Conference 2019*, 17.–19. September 2019, Nantes, Frankreich
  - Münch L.; Duhovic M.; May D.: Simulating the resin infusion process of a CFRP fan impeller, *ESI DACH Forum*, 06.–07. November 2019, Berlin
  - Nissle, S.; Gurka, M.: Characterization of active hybrid structures made of fiber reinforced composites and shape memory alloys–part A: characterization of the load transfer, *Smart Materials and Structures* (28) (2019), DOI: 10.1088/1361-665X/abo4db
  - Popow, V.: FlexHyJoin - Fully automated production cell for joining hybrid structures of TP-FRPC and metals, *Factory of the Future Community Days*, 22. - 23. Mai 2019, Brüssel, Belgien
  - Popow, V.: Possibilities and limitations of passive and active thermography methods for investigation of composite materials using NDT simulations, *SPIE Smart Structures + Nondestructive Evaluation*, 03.–07. März 2019, Denver, USA, DOI: 10.1117/12.2518226
  - Popow, V.; Gurka, M.: Korrelation zerstörungsfreier Thermografieprüfung und zerstörender Bauteilprüfung mit dem realen Schädigungsbild von komplexen FKV-Metall-Hybridbauteilen, *DACH-Jahrestagung 2019 - Zerstörungsfreie Materialprüfung*, 27.–29. Mai 2019, Friedrichshafen
  - Popow, V.; Gurka, M.: Passive thermography for detection of damaging events during quasi-static tensile testing, 22. *Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde*, 26.–28. Juni 2019, IVW, Kaiserslautern, DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.809.581

## Veröffentlichungen

*Publications*

- Rehra, J.; Hannemann, B.; Schmeer, S.; Schmidt, S.: Ansatz zur Beschreibung des Versagensverhaltens von stahlfaser-verstärktem CFK, Werkstoffwoche 2019, 18.–20. September 2019, Dresden
- Rief, T.; Motsch-Eichmann, N.; Hausmann, J.: Neue hohl-förmige FKV-Strukturen zum Einsatz in strukturellen Komponenten der Luftfahrt – Experimentelle Überprüfung, Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2019 (DLRK2019), 30. September–02. Oktober 2019, Darmstadt
- Rimmel, O.; May, D.: Multi scale simulation of flow in dry fiber placement preforms, 22<sup>nd</sup> International Conference on Composites Materials (ICCM22), 11.–16. August 2019, Melbourne, Australien Schimmer, F.; Ladewig, S.; Motsch-Eichmann, N.; Hausmann, J.; Ehrlich, I.: Comparison of low-velocity impact damage behavior of unidirectional carbon fiber-reinforced thermoset and thermoplastic composites, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW, Kaiserslautern, ISBN: 978-3-0357-1453-1
- Schimmer, F.; Motsch-Eichmann, N.; Hausmann, J.: Comparative study on the damage tolerance of thermoset and thermoplastic glass fiber-reinforced composites. 22<sup>nd</sup> International Conference on Composite Materials (ICCM22), 11.–16. August 2019, Melbourne, Australien
- Schmeer, S.; Scheliga, D.; Mischo, F.: Strukturelle Integrität von metallfaserverstärkten Faserkunststoffverbunden, CU-Arbeitskreis „Strukturelle Integrität“, 06. November 2019, Lindau
- Schmidt, T.; May, D.; Schimmer, F.; Motsch-Eichmann, N.; Bauer, C.; Widera, A.: A novel simulative-experimental approach to determine the permeability of technical textiles, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW, Kaiserslautern, ISBN: 978-3-0357-1453-1
- Schmidt T.; Schimmer F.; Widera A.; May D.; Motsch N.; Bauer C.: A novel simulative-experimental approach to determine the permeability of technical textiles, Key Engineering Materials (2019), ISSN: 1662–9795, S. 487–492, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.809.487>
- Schneider D.; Schumacher A.; Donhauser T.; Huf A.; Schmeer S.: Flexible graph syntax for the topology optimization of crashworthiness profile structures made from thermoplastic composites, Key Engineering Materials (2019, Volume 809), <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.809.493>
- Schommer D.; Duhovic M.; Andrä H.; Steiner K.; Schneider M.; Hausmann J.: Development of a user-defined material model for sheet molding compounds, 12<sup>th</sup> European LS-DYNA® Users Conference, 14.–16. Mai 2019, Koblenz
- Schommer D.; Duhovic M.; Romanenko V.; Andrä H.; Steiner K.; Schneider M.; Hausmann J.: Material characterization and compression molding simulation of CF-SMC materials in a press rheometry test, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW, Kaiserslautern, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.809.467>
- Semar, J. E.; Große, A.: SusComTrab: Nachhaltige Verbundwerkstoffe mit Brandschutzeigenschaften, 01. Aufl., CVC-Newsletter, (2019), S. 15–17, <https://www.cvc-suedwest.com/download/1823/CVC-Newsletter-01-19.pdf>
- Shen, X.; Padenko, E.; Wetzel, B.; Friedrich, K.: Bioinspired graphene/liquid crystalline polymer nanocomposite coatings for tribological applications, 22<sup>nd</sup> International Conference on Composite Materials, 11.–16. August 2019, Melbourne, Australien
- Stelzl D.; Pfeleiderer A.; Ortman P.; Wiedemann T.; Duhovic M.: Embedded fiber bragg gratings for the process and structural health monitoring of composite boosters for space applications, the 12<sup>th</sup> International Workshop on Structural Health Monitoring (IWSHM 2019), 10.–12. September 2019, Stanford, California, USA
- Vogtmann, J.: 3D structural analysis of polymeric composite materials, 7<sup>th</sup> ZEISS X-Ray Microscopy European Network User Workshop, 30. Oktober 2019, Oberkochen
- Weber, T.; Enghard, M.; Arent, J.-C.; Hausmann, J.: An experimental characterization of wrinkling generated during prepreg autoclave manufacturing using caul plates, Journal of Composite Materials (2019), S. 1–17, DOI: <https://doi.org/10.1177/0021998319846556>
- Weber J.; Schlimbach J.: Co-consolidation of CF/PEEK tape-preforms and CF/PEEK organo sheets to manufacture reinforcements in stamp-forming process, Advanced Manufacturing: Polymer & Composites Science (2019), Volume 5, Issue 4, S. 172–183, <https://doi.org/10.1080/20550340.2019.1673961>



- Weber, J.; Schlimbach, J.: Interlaminar fracture toughness of co-consolidated CF/PEEK laminates manufactured in stamp-forming process, 22<sup>nd</sup> International Conference on Composites Materials (ICCM22), 11.–16. August 2019, Melbourne, Australien
- Weidmann, S.; Hümbert, M.; Mitschang, P.: Suitability of thickness change as process control parameter for induction welding of steel/TP-FRPC joints, *Advanced Manufacturing: Polymer & Composites Science* (2019), Volume 5, Issue 2, S. 55–68, <https://doi.org/10.1080/20550340.2019.1592869>
- Weidmann, S.; Mitschang, P.: Influence of welding temperature and weathering on inductive welded hybrid joints made of steel and TP-FRPC, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW, Kaiserslautern, ISBN: 978-3-0357-1453-1, ISSN: 1662-9795, S. 127-225, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.809.487>
- Weidmann, S.; Mitschang, P.: Einfluss der Oberflächenvorbehandlung auf die Verbindungsfestigkeit induktiv geschweißter Hybridverbunde aus Metall und TP-FKV, *Werkstoffwoche*, 18.–20. September 2019, Dresden
- Weidmann, S.; Mitschang, P.: Einfluss der Oberflächenvorbehandlung- und beschichtung auf die Verbindungsfestigkeit induktiv geschweißter Hybridverbunde aus Metall und TP-FKV, DGM-Fachausschuss Hybride Werkstoffe, 01. Oktober 2019, Düsseldorf
- Weidmann, S.; Mitschang, P.: Semi-finished 3R material manufacturing and thermoforming of 3R-composites, *International Conference on Innovation in Aviation & Space* (9<sup>th</sup> EASN), 03.–06. September 2019, Athen, Griechenland
- Weidmann, S.; Mitschang, P.: FlexHyJoin – Vollautomatische Fertigungszelle zum Fügen von Hybridstrukturen aus TP-FRPC und Metallen, Erfahrungsaustausch-Kreis „Technologie und Prozesse“ der Arbeitsgemeinschaft Hybride Leichtbau Technologien, VDMA, 07. Mai 2019, Frankfurt
- Weidmann, S.; Popow, V.; Engelmann, C.; Laugwitz, C.; Eckstaedt, J.: FlexHyJoin – Automated production cell for joining hybrid structures of TP-FRPC and metals for the automotive industry of tomorrow, Fügen im Karosseriebau 2019, 09.–11. April 2019, Bad Nauheim
- Weidmann, S.; Popow, V.; Engelmann, C.; Laugwitz, C.; Eckstaedt, J.: FlexHyJoin – Fully automated production cell for efficient joining of TP-FRPC and metals, *Composite Europe*, 10.–12. September 2019, Stuttgart
- Wetzel, B.: Development of polymer composites, Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), 22. August 2019, Pathum Thani, Thailand
- Wetzel, B.: Materials Science at IVW, ZEISS Workshop 3D-Characterization of Polymer Composites, 23. September 2019, IVW, Kaiserslautern
- Wetzel, B.: Tribology of polymer composites, TSRI Congress - Disruptive Technology for World Society, 08. August 2019, Bangkok, Thailand
- Wetzel, B.: Wood for tribological applications, King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), 20. August 2019, Bangkok, Thailand
- Wetzel, B.; Klingler, A.: From brittle to tough – nano phase toughened composites, acting principles of nano-scaled matrix additives for composite structures, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), 11. Oktober 2019, Berlin
- Willenbacher, B.; May, D.; Mitschang, P.: Metrological determination of inhomogeneous hydrodynamic compaction during unsaturated out-of-plane permeability measurement of technical textiles, *Advanced Manufacturing: Polymer & Composites Science* (2019), S. 51–54, <https://doi.org/10.1080/20550340.2019.1598049>
- Willenbacher, B.; May, D.; Mitschang, P.: Out of Plane capillary pressure of technical textiles, *Composites Part A* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2019.105495>
- Willenbacher, B.; May, D.; Mitschang, P.: Novel measurement system for determining textile behavior during out-of-plane impregnation, 22<sup>nd</sup> International Conference on Composites Materials (ICCM22), 11.–16. August 2019, Melbourne, Australien
- referierte Zeitschriften / *peer-reviewed journals*

## Poster

*Poster*

- Becker, S.; Mitschang, P.: Optimization of the temperature distribution in thickness direction at induction heating of CFRPC laminates, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW Kaiserslautern
- Goergen, C.; Klingler, A.; May, D.; Faas, A.; Grishchuk, S.: Recycled high performance composites for mobility and transport applications, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW Kaiserslautern
- Gortner, F.; Mitschang, P.: Investigation of the infrared heating of natural fiber reinforced thermoplastic materials, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW Kaiserslautern
- Gortner, F.; Mitschang, P.: Bio-based and renewable filler materials for thermoset compounds, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW Kaiserslautern
- Gryshchuk, L.; Grishchuk, S.; Minigher, A.; Campaner, P.; Ornelas, M.; Silva, C.; Pinkas, O.; Nevo, Y.; Döpelheuer, E.: Nanoreinforced bio-based polyurethane foams with improved mechanical performance, NANO 2019, 27.–30. August 2019, Lviv, Ukraine
- Gryshchuk, L.; Grishchuk, S.; Tzanov, T.; Ivanova, K.; Ramon Portes, E.; Silva, C.; Ornelas, M.; Ribeiro, A.; Sánchez-Gómez, S.; Llorente, M.; Torres, N.; Beirao, A.; Teixeira, R.: Skin-care via multifunctional core-shell nanocapsules, NANO 2019, 27.–30. August 2019, Lviv, Ukraine
- Gryshchuk, L.; Grishchuk, S.; Wetzel, B.; Minigher, A.; Campaner, P.; Aguilar, H.; Barros, A.; Ornelas, M.; Silva, C.; Pinkas, O.; Nevo, Y.; Döpelheuer, E.: Bio-based nano-reinforced polyurethane foams, 10<sup>th</sup> Conference on Green Chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry, 9.–11. Oktober 2019, Riga, Lettland
- Krämer, A.; Mitschang, P.; Lück, A.; Pfaff, J.: Increasing the impregnation performance of continuous compression molding for the future production of 50" organic sheets; 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW Kaiserslautern
- Kühn, F.; May, D.; Mitschang, P.: Production of fiber reinforced thermoplastic composites by powder-towpreg placement and direct impregnation in a variothermal pressing process, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW Kaiserslautern
- Rimmel, O.; May, D.: Holistic approach for modeling impregnation behavior of dry fiber placement preforms, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW Kaiserslautern
- Salmins, M.; Mitschang, P.: Integral foam construction with thermoplastic top layer, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW Kaiserslautern
- Semar, J.-E.; May, D.: Textile-integrated elastomer surface for fiber reinforced composites, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW Kaiserslautern
- Semar, J.; May, D.; Heilos, K.; Große, A.; Goethals, F.; Mitschang, P.: Flame retardant sustainable composites for transport and building sector, Symposium - Brandsicherheit und Gefährdungspotential im Kontext neuartiger innovativer Bauweisen und Produkte, InnoMat GmbH, 09. Mai 2019, Wildau
- Weber, J.; Schlimbach, J.: Co-consolidation in press forming process to realize integral components with local reinforcements, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW Kaiserslautern
- Willenbacher, B.; May, D.; Franz, H.; Mitschang, P.: Experimental-simulative approach for the measurement of unsaturated out-of-plane permeability of engineering textiles, 22. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, 26.–28. Juni 2019, IVW Kaiserslautern

## Promotionen

*Doctorates*

14.02.2019

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Eugen Padenko  
 „PBI-Hochleistungsbeschichtungen für  
 verschleißbeanspruchte Funktionsflächen“

Vorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. P. Mitschang

Berichter:

Prof. Dr.-Ing. P. L. Geiß

Technische Universität Kaiserslautern

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. K. Friedrich

Prof. Dr.-Ing. U. Breuer

14.07.2019

Dipl.-Ing. Sebastian Nissle  
 „Zur Kraftübertragung zwischen Formgedächtnis-  
 legierungen und Faserkunststoffverbunden in  
 aktiven Hybridstrukturen“

Vorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hausmann

Berichter:

Prof. Dr.-Ing. F. Balle

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer

25.04.2019

Dipl.-Ing. (FH) Florian Gortner  
 „Bio-basierte und nachwachsende Füllstoffe  
 für dichterduzierte Sheet Molding Compounds“

Vorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. P. L. Geiß

Technische Universität Kaiserslautern

Berichter:

Prof. Dr.-Ing. F. Henning,

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Prof. Dr.-Ing. P. Mitschang

27.08.2019

Dipl.-Chem. Mark Kopietz  
 „Modifizierte, phosphatfreie Organomineralharze  
 in glas- und basaltfaserverstärkten Kunststoffen“

Vorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. P. L. Geiß

Technische Universität Kaiserslautern

Berichter:

Prof. Dr. W. R. Thiel

Technische Universität Kaiserslautern

Prof. Dr.-Ing. U. Breuer

14.06.2019

Dipl.-Ing. Florian Rieger  
 „Entwicklung eines modifizierten Co-Curing-Verfahrens  
 zur Herstellung von Komponenten aus kohlenstoff-  
 faserverstärktem Kunststoff“

Vorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. P. Mitschang

Berichter:

Prof. Dr.-Ing. P. L. Geiß

Technische Universität Kaiserslautern

Prof. Dr.-Ing. J. Hausmann

25.09.2019

M.Sc. Tim Krooß  
 „Entwicklung thermoplastischer Faserkunststoffverbunde  
 aus carbonfaserverstärkten PPS/PES-Blends“

Vorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. T. Beck

Technische Universität Kaiserslautern

Berichter:

Prof. Dr.-Ing. P. L. Geiß

Technische Universität Kaiserslautern

Prof. Dr.-Ing. U. Breuer



## Interne Kolloquien

*Internal Colloquia*

14.01.2019

Oliver Rimmel:

Permeabilitäts-Mikrostruktursimulation verringert experimentellen Aufwand und erweitert abdeckbaren Parameterraum

Stefan Schmidt:

Lebensdauererlängerung von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden durch Reduktion der inneren Spannung

04.02.2019

Florian Gortner:

Alternative bio-basierte und nachwachsende Rohstoffe für duroplastische Halbzeuge

Andreas Klingler:

Nanocomposite-Matrizes für CFK

04.03.2019

Stephan Becker:

Induktionsschweißen von CFK

Florian Mischo:

AVK, Standardisierung von endlosfaserverstärkten Thermoplasten

08.04.2019

Marcel Bücken:

Vorstellung des EXIST-Forschungstransfer-Vorhabens „CompoSpoke“ mitsamt Team

Benjamin Kelkel:

Kombination von Schallemissionsanalyse und passiver Thermographie zur Beschreibung des fortschreitenden Versagensverhaltens von bidirektionalen CFK Laminaten unter quasi-statischer Zugbelastung

06.05.2019

Tim Krooß:

Entwicklung thermoplastischer FKV – Vom Blend zum Organoblech

Bai-Cheng Jim:

Fortschrittliche tribologische Prüfmethode

Janna Krummenacker:

Entwicklung einer Methodik zur zeiteffizienten Bestimmung der High-Cycle-Fatigue-Festigkeit von kurzglasfaserverstärkten Thermoplasten

03.06.2019

Julian Weber:

Interlaminare Rissausbreitungsenergie von co-konsolidierten Tape-Preforms und Organoblech-Laminaten im Thermoformverfahren

Yves Becker:

Neuartige Materialkombination am Anwendungsfall der Entwicklung eines hybriden Pedikelschraubensystems aus FKV (HySpine)

01.07.2019

Andreas Krämer:

Herstellung von 50“ breiten Organoblechen

Andreas Kenf:

Mechanische Untersuchungen an Tapes

David Finck:

Beitrag über das Kriechverhalten von Carbon- und Glasfaser-SMC und die Simulationsmethodik

02.09.2019

Barbara Güttler:

Neue Prüfmöglichkeiten in der Werkstoffanalytik durch TTC

07.10.2019

Christian Goergen:

Harztransferpressen mit rCF-Halbzeugen

Björn Willenbacher:

Novel Measurement System for Determining Textile Behavior During Out-of-Plane Impregnation

04.11.2019

Max Kaiser:

Formveränderliche Oberflächen auf Basis von metallischen Formgedächtnislegierungen

02.12.2019

Sebastian Schmeer:

Die neuen Prüfmöglichkeiten von Abt. 1 durch TTC

Maurice Gilberg:

EU-RelInvent - Biobasierte Verbundwerkstoffe für Bau- und Automobilanwendungen

## Gastwissenschaftler

*Guest Scientists*

M.Eng. Juan Antonio Almazán Lázaro  
Universidad de Jaén, Spanien  
03. Dezember 2018–01. März 2019  
(gefördert durch Universidad de Jaén)

Dr. Daichi Tatsuno  
University of Kanazawa, Japan  
10. September–13. September 2019  
(gefördert durch University of Kanazawa, Japan)

Prof. Simon Bickerton  
Dr. Tom Allen  
Mr. Graeme Finch  
University of Auckland and  
Centre for Advanced Composite Materials, Neuseeland  
23. September–03. Oktober 2019  
(gefördert durch Royal Society of New Zealand)

Dr. Colin Robert  
Mr. Murat Celik  
University of Edinburgh, King's Buildings Campus,  
Schottland, United Kingdom  
07. November–08. November 2019  
(gefördert durch University of Edinburgh)

Prof. Dr. Dr. h.c. Jan Kristian Krüger  
Universität des Saarlandes, Deutschland  
01. Oktober 2019–30. September 2020  
(gefördert durch die Universität des Saarlandes)

## 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 Supérieure 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
- University of Edinburgh, Schottland
- Lulea University of Technology (LTU), Department of Engineering Sciences and Mathematics, Schweden
- SWEREA SICOMP AB (Swedish Institute of Composites), Pitea, Schweden
- CERN, Genf, Schweiz
- École 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 Tecnológico del Plástico, 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
- Composites United e.V. – Arbeitsgruppen
  - Biocomposites
  - Smart Structures
  - Thermoplastische Composites
  - Bearbeitung
- CU West, Vorstand
- CVC Rheinland-Pfalz
- DAAD Deutscher Akademischer Austauschdienst
- Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V.
  - Fachausschuss „Faserkunststoffverbunde“
  - Fachausschuss „Zustandsüberwachung“
- 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“
- Dutch Research Council NWO
- 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)
- Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG
- Stiftung Industrieforschung
- VDI Richtlinienausschuss 2014
- VDMA Arbeitsgemeinschaft Hybride Leichtbau  
Technologien
- VDI/VDE-GMA Fachausschuss  
Funktionale Materialien für Mechatronische Systeme“
- VDI/VDE-GMA Fachausschuss  
„Funktionale Materialien für Mechatronische Systeme“



## Vorwahl Kaiserslautern: +49 (0)631

<b>Ackel</b> , Christian	-2017-111	<b>Goergen</b> , Christian	-2017-269	<b>Pfaff</b> , Thomas	-2017-116
<b>Adler</b> , Sonja	-2017-239	<b>Gortner</b> , Florian	-2017-439	<b>Plocharzik</b> , Heidrun	-2017-227
<b>Akpan</b> , Emmanuel Isaac	-2017-347	<b>Gryshchuk</b> , Liudmyla	-2017-282	<b>Popow</b> , Vitalij	-2017-243
<b>Armbrrecht</b> , Martje	-2017-239	<b>Gurka</b> , Martin	-2017-369	<b>Rehra</b> , Jan	-2017-108
<b>Assahli</b> , Karin	-2017-314	<b>Güttler</b> , Barbara	-2017-462	<b>Rief</b> , Thomas	-2017-415
<b>Bastian</b> , Sigrid	-2017-450	<b>Hammann</b> , Nicolà	-2017-380	<b>Robbert</b> , Thomas	-2017-326
<b>Baumann</b> , Andreas	-2017-320	<b>Hausmann</b> , Joachim	-2017-301	<b>Salmins</b> , Maximillian	-2017-340
<b>Becker</b> , Stephan	-2017-446	<b>Hennes</b> , Sven	-2017-337	<b>Scheliga</b> , David	-2017-438
<b>Becker</b> , Thorsten	-2017-283	<b>Hentzel</b> , Markus	-2017-205	<b>Schimmele</b> , Ralf	-2017-294
<b>Becker</b> , Yves	-2017-330	<b>Heydt</b> , Torsten	-2017-209	<b>Schimmer</b> , Florian	-2017-401
<b>Belyea</b> , Frank	-2017-351	<b>Hochstätter</b> , Silvia	-2017-226	<b>Schlimbach</b> , Jens	-2017-312
<b>Bendler</b> , Lubov	-2017-313	<b>Hörtdörfer</b> , Valentin	-2017-422	<b>Schmeer</b> , Sebastian	-2017-322
<b>Bendler</b> , Matthias	-2017-339	<b>Hübler</b> , Moritz	-2017-443	<b>Schmidt</b> , Stefan	-2017-274
<b>Bergmann</b> , Benedikt	-2017-304	<b>Huf</b> , Alexander	-2017-349	<b>Schmidt</b> , Tim	-31607-32
<b>Bittmann-Hennes</b> , Birgit	-2017-427	<b>Jim</b> , Bai-Cheng	-2017-428	<b>Schmidt</b> , Uwe	-2017-308
<b>Blass</b> , Ulrich	-2017-321	<b>Kaiser</b> , Max	-2017-303	<b>Schmitt</b> , Stefan	-2017-436
<b>Blaurock</b> , Jörg	-2017-426	<b>Kenf</b> , Andreas	-2017-327	<b>Schmitt</b> , Uwe	-2017-135
<b>Breuer</b> , Ulf	-2017-101	<b>Kessler</b> , Valentine	-2017-124	<b>Schneider</b> , Ralph	-2017-323
<b>Brogdon</b> , Steven	-2017-324	<b>Klaus</b> , Daniela	-2017-346	<b>Schommer</b> , Dominic	-2017-151
<b>Brunner</b> , Stefan	-2017-362	<b>Klemm</b> , Ina	-2017-202	<b>Schott</b> , Eric	-2017-261
<b>Bücker</b> , Marcel	-2017-317	<b>Klingler</b> , Andreas	-2017-414	<b>Schüler</b> , Roman	-31607-400
<b>Disandt</b> , Volker	-31607-38	<b>Köhne</b> , Regina	-2017-429	<b>Schütz</b> , Thomas	-2017-137
<b>Doll</b> , Gabriele	-2017-310	<b>Kovalska</b> , Olena	-2017-325	<b>Schweitzer</b> , Patricia	-2017-451
<b>Donhauser</b> , Tobias	-2017-250	<b>Krämer</b> , Andreas	-2017-441	<b>Semar</b> , Jan Eric	-31607-35
<b>Duhovic</b> , Miro	-2017-363	<b>Krummenacker</b> , Janna	-2017-367	<b>Spitz</b> , Alina	-2017-110
<b>Eichert</b> , Pia	-2017-222	<b>Lahr</b> , Robert	-2017-448	<b>Stephan</b> , Joachim	-2017-241
<b>Esha</b>	-2017-139	<b>Lind</b> , Meike	-2017-114	<b>Vogelsanger</b> , Daniel	-2017-406
<b>Feiden</b> , Nora	-2017-249	<b>Mang</b> , Peter	-2017-442	<b>Vogtmann</b> , Julia	-2017-381
<b>Feldner</b> , Hans-Peter	-2017-244	<b>Mann</b> , Holger	-2017-154	<b>Volk</b> , Petra	-2017-212
<b>Fickert</b> , Marc	-2017-285	<b>May</b> , David	-31607-34	<b>Walter</b> , Rolf	-2017-215
<b>Fischer</b> , Silke	-2017-302	<b>McCauley</b> , Ariane	-2017-102	<b>Weber</b> , Harald	-2017-113
<b>Fols</b> , Sylke	-2017-211	<b>Mehl</b> , Konstantin	-2017-320	<b>Weber</b> , Julian	-2017-437
<b>Franz</b> , Holger	-31607-410	<b>Mischo</b> , Florian	-2017-407	<b>Weick</b> , Torsten	-2017-128
<b>Gabriel</b> , Stefan	-2017-305	<b>Mitschang</b> , Peter	-2017-103	<b>Weidmann</b> , Stefan	-2017-383
<b>Gebhard</b> , Andreas	-2017-342	<b>Motsch-Eichmann</b> , Nicole	-2017-423	<b>Wetzel</b> , Bernd	-2017-119
<b>Giehl</b> , Stefan	-31607-440	<b>Natter</b> , Erhard	-2017-331	<b>Wilkens</b> , Gerhard	-2017-307
<b>Giertsch</b> , Hermann	-2017-208	<b>Neisius</b> , Tobias	-2017-306	<b>Willenbacher</b> , Björn	-31607-420
<b>Gilberg</b> , Maurice	-2017-348	<b>Nuhn</b> , Alexander	-2017-117	<b>Yagdjian</b> , Harutyun	-2017-449
<b>Gölzer</b> , Werner	-2017-275	<b>Päßler</b> , Michael	-2017-106		







Jahresbericht 2019

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Erwin-Schrödinger-Straße 58

67663 Kaiserslautern

Tel: +49 (0)631 2017-0

Internet: [www.ivw.uni-kl.de](http://www.ivw.uni-kl.de)

# 2019

