Institut für
Verbundwerkstoffe

Jahresbericht 2020 | Annual Report 2020

Photo Stefan Giehl: Bearing cages from PTFE coated carbon fiber fabric used for rocket engines

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Kaiserslautern

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
www.ivw.uni-kl.de
© IVW

INHALT
CONTENT

Auf einen Blick / *At a Glance*	5
Ansprechpartner / *Contacts*	7
Mission & Branchen / *Mission & Sectors*	8
Kompetenzfelder / *Fields of Competence*	10
Technologien / *Technologies*	34
Projekte / *Projects*	36
Personal / *Staff*	132
Wissens- & Technologie-Transfer / *Knowledge & Technology Transfer*	138
CU West	140
Innovationszentrum Thermoplaste / *Innovation Center Thermoplastics*	142
Interdisziplinäre Forschungsgruppen / *Interdisciplinary Research Groups*	144
Chancengleichheit am IVW / *Equal Opportunities at IVW*	146
Industriekooperationen / *Industrial Cooperations*	148
Mitgliedschaften in Vereinen und Verbänden / *Memberships in Associations and Federations*	150
Weltweites Netzwerk / *Global Network*	152
Internationaler Wissenschaftlicher Austausch / *International Scientific Exchange*	154
Ausgründungen / *Spin-Offs*	156
Kooperation mit der TU Kaiserslautern / *Cooperation – TU Kaiserslautern*	166
Lehre / *Teaching*	170
Schutzrechte / *Patents*	170
Fachbücher / *Technical Books*	172
Vorschau 2021 / *Preview 2021*	174
Rückblick / *Review*	176

ANLAGE
ANNEX

Veröffentlichungen / *Publications*	182
Poster	185
Promotionen / *Doctorates*	186
Gastwissenschaftler / *Guest Scientists*	187
Interne Kolloquien / *Internal Colloquia*	188
Internationale Kooperationen / *International Cooperations*	189
Fachgremien / Begutachtungen / *Expert Panels / Reviews*	191
Telefonliste / *Telephone Directory*	192

VORWORT

Wie für die meisten Unternehmen war 2020 durch die Covid-19-Pandemie auch für uns ein schwieriges Jahr. Umso mehr freut es uns, dass wir trotz der Krise große Erfolge verbuchen konnten.

Das IVW ist ab dem 01.01.2021 Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft. Möglich war das aufgrund der sehr guten Bewertung unserer Arbeit durch den Wissenschaftsrat der Bundesregierung sowie durch die Leibniz-Gemeinschaft, und durch die positiven Entscheidungen der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz sowie der Leibniz-Mitgliederversammlung. Wir freuen uns sehr über die Aufnahme und werden das 2021 auch in unserem neuen Namen „Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH“ zum Ausdruck bringen!

2020 wurde uns außerdem für beispielhaftes Handeln im Sinne einer an Chancengleichheit ausgerichteten Personalführung das Total-E-Quality Prädikat zuerkannt. Wir wurden zudem Mitglied im Netzwerk „Erfolgsfaktor Familie“ des Bundesministeriums für Familie, Frauen, Senioren und Jugend (Seite 146).

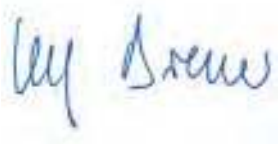
Auch unsere wissenschaftlichen Leistungen können sich sehen lassen. Immerhin 9 Promotionen wurden erfolgreich abgeschlossen (Seite 132). Die BMBF-geförderte Nachwuchsforschungsgruppe Top-Composite hat ihre Arbeit aufgenommen (Seite 144). Ein neues EU-gefördertes Projekt BIOMAT wurde genehmigt (Seite 174). In unserem Technologiezentrum Thermoplastische Composites haben wir eine neue Laserschneidanlage, eine automatische Fertigungszelle und den weltschnellsten Tapeleger in Betrieb nehmen können (Seite 142).

Wir sind stolz auf eine neue Ausgründung, die Evolime GmbH (Seite 165). Und das alles sind nur wenige Highlights unserer Arbeit, viele weitere interessante Entwicklungen finden Sie in diesem Bericht.

Über spannende Neuentwicklungen in den Zukunftsfeldern Mobilität, Energie, Gesundheit und Produktion werden wir natürlich auch in unserem internationalen Kolloquium berichten, das am 8. und 9. September 2021 stattfinden wird, zu dem ich Sie bereits jetzt herzlich einlade.

Wir freuen uns auf Sie!

Herzlichst Ihr



As for most companies, 2020 was a difficult year for us due to the Covid-19 pandemic. We are all the more pleased that we were able to record great successes despite the crisis. IVW becomes a member of the Leibniz Association.

IVW will be a member of the Leibniz Association as of January 1, 2021. This was made possible by the very good evaluation of our work by the Deutsche Wissenschaftsrat (German Council of Science and Humanities) and the Leibniz Association, and by the positive decisions of the Joint Science Conference and the Leibniz General Assembly. We are very pleased about the acceptance and will also express this in our new name "Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH" in 2021!

In 2020, we were also awarded the Total-E-Quality certificate for exemplary action in terms of personnel management geared to equal opportunities. In addition, we became a member of the Netzwerk "Erfolgsfaktor Familie" (Network "Success Factor Family") of the Federal Ministry for Family Affairs, Women, Senior Citizens and Youth (page 147).

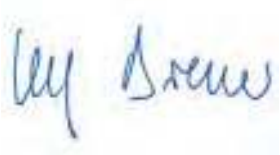
Our scientific achievements are also impressive. After all, 9 doctorates were successfully completed (page 132). The BMBF-funded Junior Research Group Top-Composite has started its work (page 145). A new EU-funded project BIOMAT was approved (page 174). In our Thermoplastic Composites Technology Center, we have been able to commission a new laser cutting system, an automatic production cell and the world's fastest tape-laying machine (page 143).

We are also proud of our latest spin-off, Evolime GmbH (page 165). And these are only a few highlights of our work, many more interesting developments can be found in this report.

Of course we will also report on exciting new developments in the future fields of mobility, energy, health and production at our international colloquium, which will take place on September 8th and 9th, 2021, to which I would like to invite you in advance.

We look forward to seeing you!

Sincerely yours



Das Institut für Verbundwerkstoffe auf einen Blick

The Institut für Verbundwerkstoffe at a Glance

2020

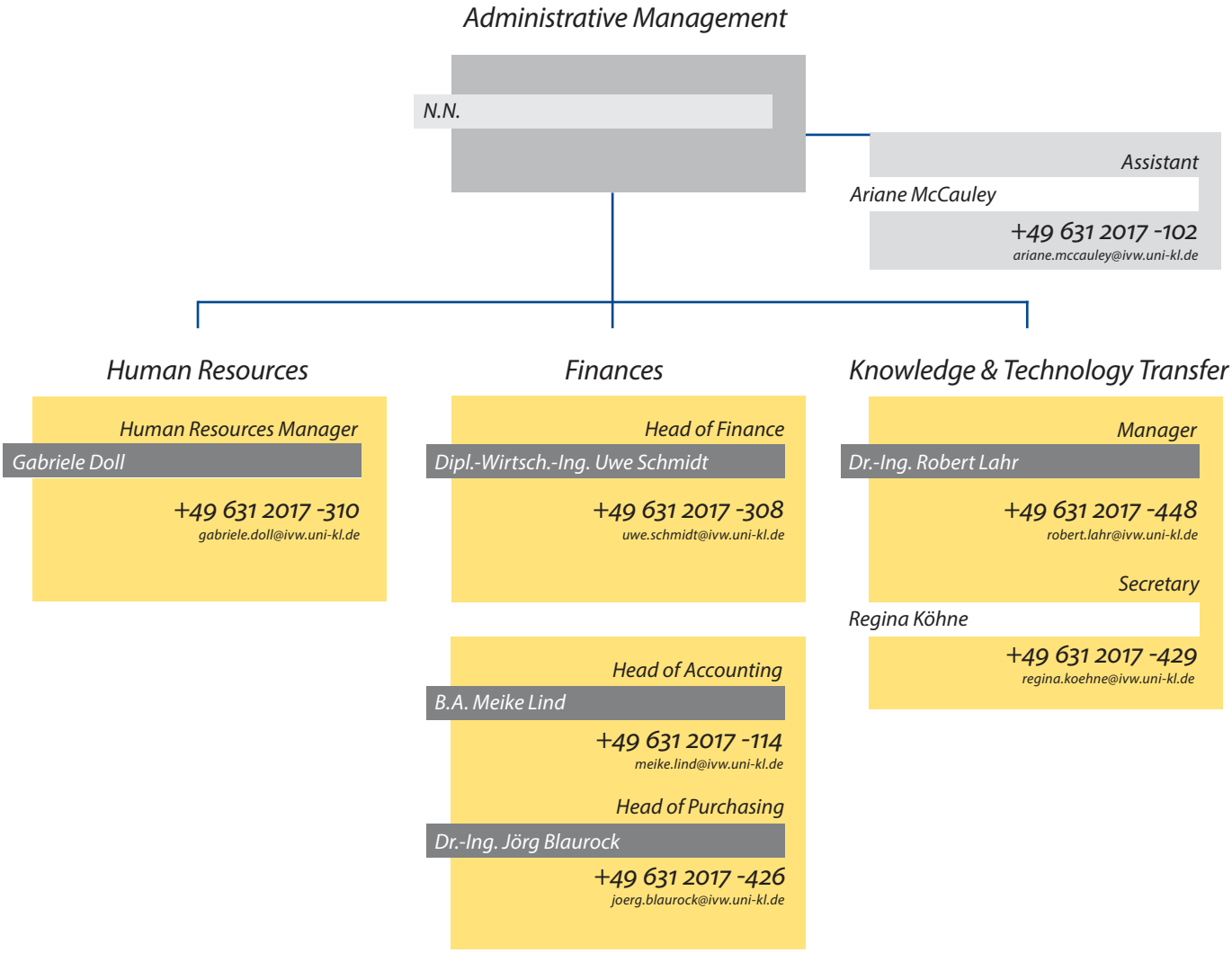
Gesamthaushalt [Mio. €] / *Overall budget [m€]*	15,7
Drittmittelprojekte [Mio. €] ** / *Project funding [m€]***	5,8
Investitionen [Mio. €] / *Investments [m€]*	3,8
Projekte / *Projects*	150
Veröffentlichungen, Vorträge, Poster / *Publications, talks, posters*	78
Vorlesungen, Labore / *Lectures, laboratories*	
SS [SWh] / *Summer term*	19
WS [SWh] / *Winter term*	16
Promotionen / *Doctorates*	9
Personal / *Staff*	
Stammpersonal* / *Permanent staff**	67
Wissenschaftliches Personal* / *Scientific staff**	49
Wissenschaftliche Gäste / *Guest scientists*	2
Wissenschaftliche Hilfskräfte / *Student assistants*	42

* VZÄ / *FTE*

** ohne TTC / *without TTC*

ANSPRECHPARTNER

(Stand 3/21)



(Status 3/21)

Scientific & Managing Director

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

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

Materials Science

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

Secretary
Silke Fischer
+49 631 2017 -302
silke.fischer@ivw.uni-kl.de

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

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

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

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

Component Development

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

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

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

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

Mech. Characterization & Modeling
Dr.-Ing. Sebastian Schmeer
+49 631 2017 -322
sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de

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

Manufacturing Science

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

Secretary
Karin Assahli
+49 631 2017 -314
karin.assahli@ivw.uni-kl.de

Impregnation & Preform Technologies
Dr.-Ing. David May
+49 631 2017 -400
david.may@ivw.uni-kl.de

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

Roving & Tape Processing
Dr.-Ing. Jens Schlimbach
+49 631 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.

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

From Fundamental Research to Application

The Institut für Verbundwerkstoffe (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.

Laserbearbeitung
Laser processing

KOMPETENZFELDER

Übersicht

Tailored & Smart Composites	12
Tailored Thermosets & Biomaterials	14
Tribologie	16
Materialkreisläufe	18
Bauweisen	20
Prozesssimulation	22
Mechanische Charakterisierung & Modellierung	24
Ermüdung & Lebensdaueranalyse	26
Press- & Fügetechnologien	28
Roving- & Tapeverarbeitung	30
Imprägnier- & Preformtechnologien	32

Overview

Tailored & Smart Composites	13
Tailored Thermosets & Biomaterials	15
Tribology	17
Material Cycles	19
Design of Composite Structures	21
Process Simulation	23
Mechanical Characterization & Modeling	25
Fatique & Life Time Prediction	27
Press & Joining Technologies	29
Roving & Tape Processing	31
Impregnation & Preform Technologies	33

KOMPETENZFELD

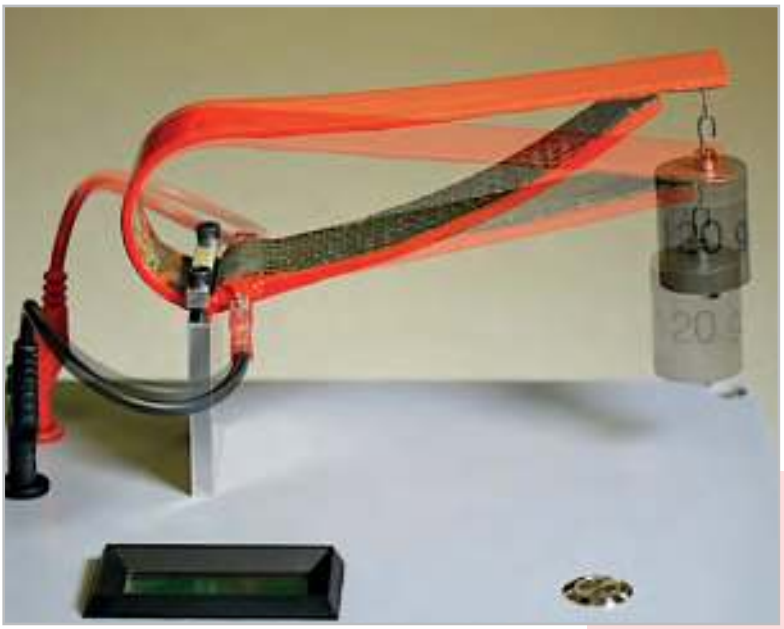
Tailored & Smart Composites

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

TYPISCHE FRAGEN

und Herausforderungen auf dem Weg vom Werkstoff zum System sind…

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



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

Typische Werkstoffe
Verbundwerkstoffe
Piezokeramiken
Formgedächtnislegierungen

Spezielle Leistungsmerkmale:

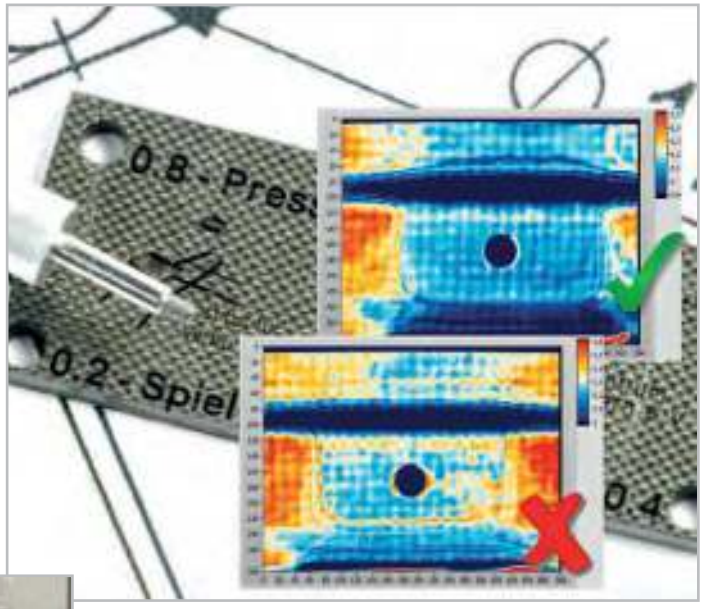
- „One Stop Shop“ Auslegung - Simulation - Realisierung - Test: alles aus einer Hand
- Kombination von Faserverbund-Know-how mit Smart Materials-Expertise
- Hybridkomposite auf der Basis von Polymerblends

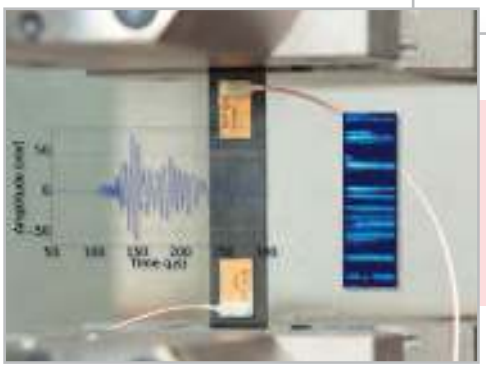
Dr. rer. nat. Martin Gurka | ✆+49 631 2017 -369 | martin.gurka@ivw.uni-kl.de

Tailored & Smart Composites

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

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





Typical materials
Composites
Piezo ceramics
Shape memory alloys

TYPICAL QUESTIONS

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

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

Special expertise:

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

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

Tailored Thermosets & Biomaterials

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

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

Carbon fibers

Typische Werkstoffe

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

TYPISCHE FRAGEN:

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

Spezielle Leistungsmerkmale:

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

KONTAKT

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

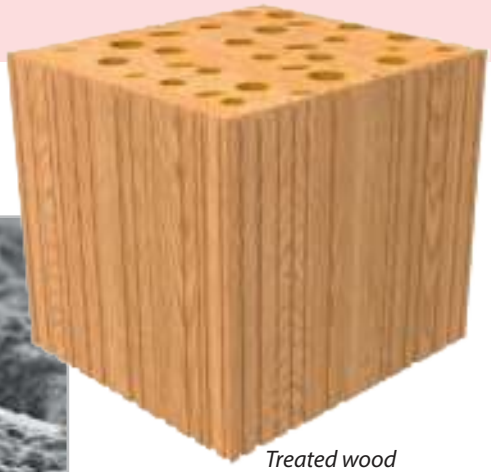
Tailored Thermosets & Biomaterials

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

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

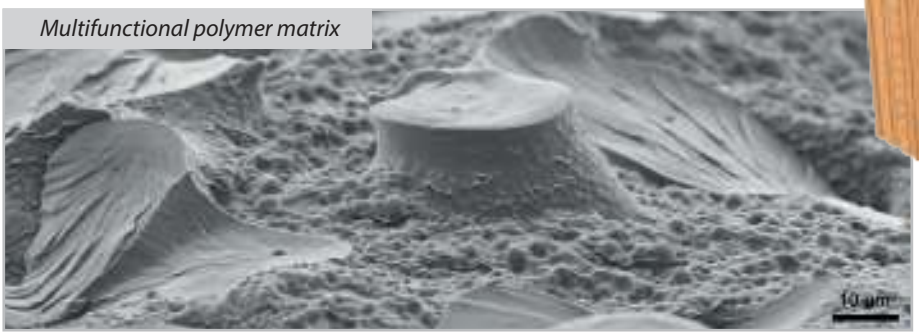
Typical materials

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



Treated wood

Multifunctional polymer matrix



TYPICAL QUESTIONS:

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

Special expertise:

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

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

Tribologie

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

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

Typische Werkstoffe

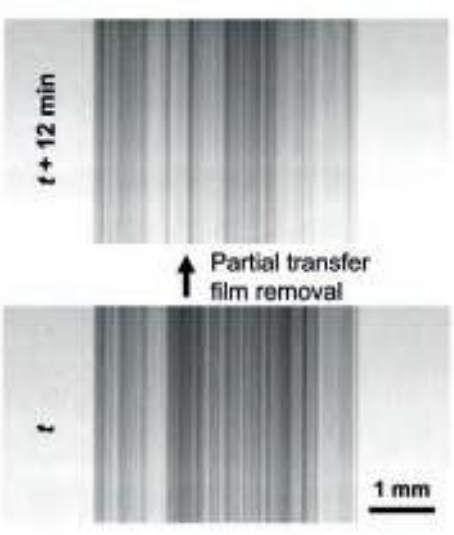
Duroplaste, Thermoplaste, Elastomere
Glas-, Kohlenstoff-, Aramidfasern
Mikro- und Nanopartikel, Festschmierstoffe

Prüfmöglichkeiten

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

TYPISCHE FRAGEN:

- Wie beeinflusst die Bildung eines Transferfilms die Reibung und den Verschleiß von Gleitpaarungen?
- Welche experimentellen Daten werden für die Simulation von Kunststoff/Stahl-Verzahnungen benötigt?
- Welche Prüfverfahren sind für die Untersuchung von Kunststoff/Kunststoff-Gleitpaarungen geeignet?



Spezielle Leistungsmerkmale:

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

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

Tribology

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

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

Typical materials

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

Testing capabilities

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

TYPICAL QUESTIONS:

- *What is the impact of transfer film formation on friction and wear in sliding contacts?*
- *Which experimental data is needed for simulating polymer/steel gears?*
- *Which procedures are suitable for testing polymer/polymer slide pairings?*

Special expertise:

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

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

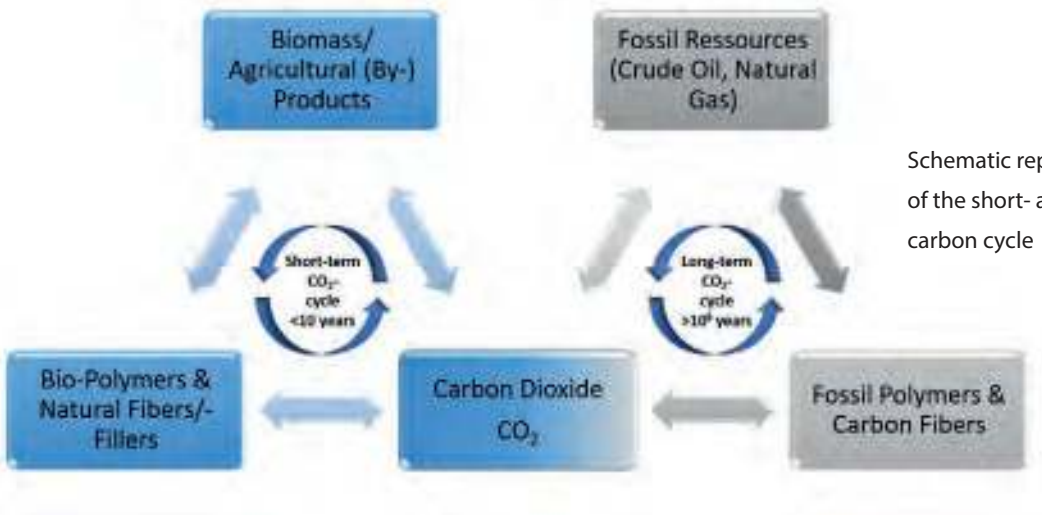
Materialkreisläufe

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

Typische Werkstoffe

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

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



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

TYPISCHE FRAGEN:

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

Spezielle Leistungsmerkmale:

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

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

Material Cycles

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

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

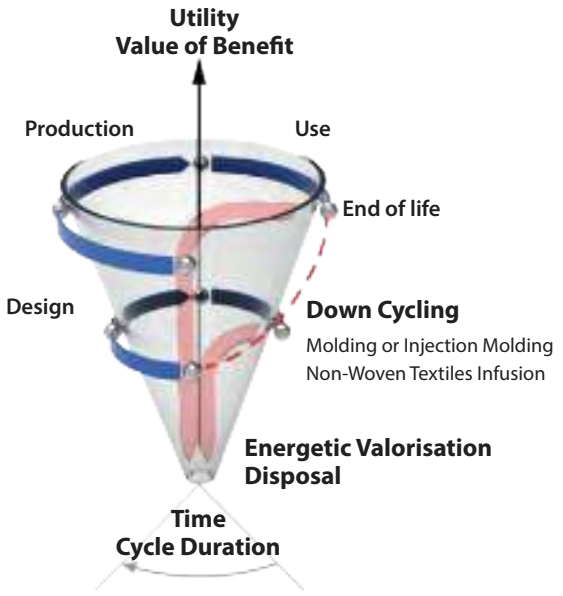
TYPICAL QUESTIONS:

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

Typical materials

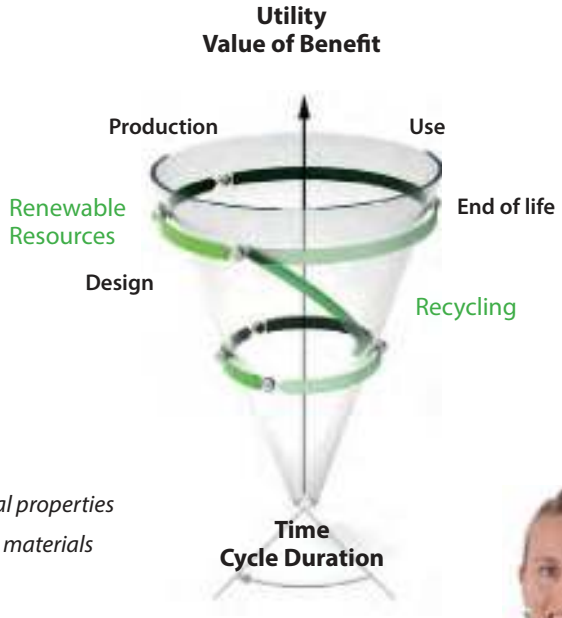
Polymers, fibers and additives from renewable resources
Recycled fibers and polymers
Materials from their end-of-life phase

Today – Down Cycling and Utility Limitation



cone plot partly based on
N. Perry (Arts et Métiers Paris Tech) et al

Tomorrow – Improved Utility and Recycling



Special expertise:

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

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

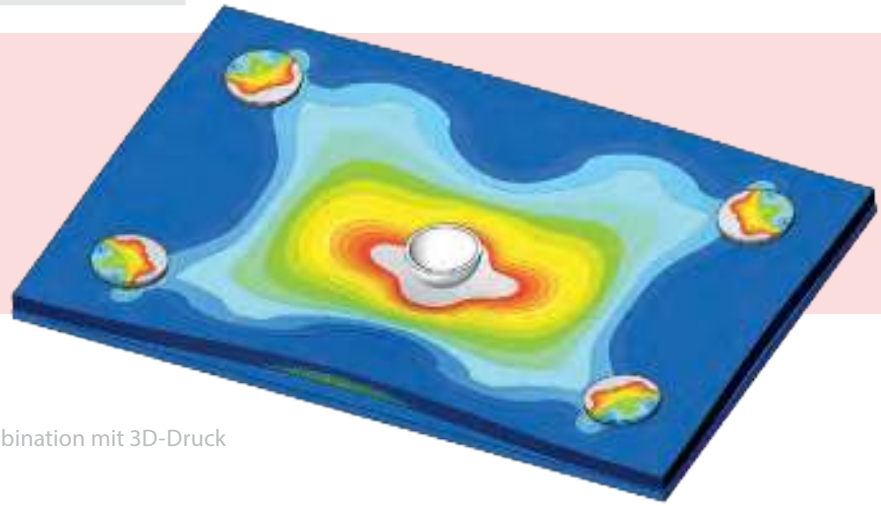
Bauweisen

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

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

Typische Werkstoffe

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



TYPISCHE FRAGEN:

- Wie können endlosfaserverstärkte Bauteile in Kombination mit 3D-Druck individualisiert hergestellt werden?
- Können metallische Implantate und Orthesen durch eine leichtere faserverstärkte Bauweise mit angepasster Steifigkeit ersetzt werden?
- Ist es möglich durch in-situ Prüfungen Schädigungsbeginn und -fortschritt im Material zu identifizieren und in der Simulationen abzubilden?

Spezielle Leistungsmerkmale:

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

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

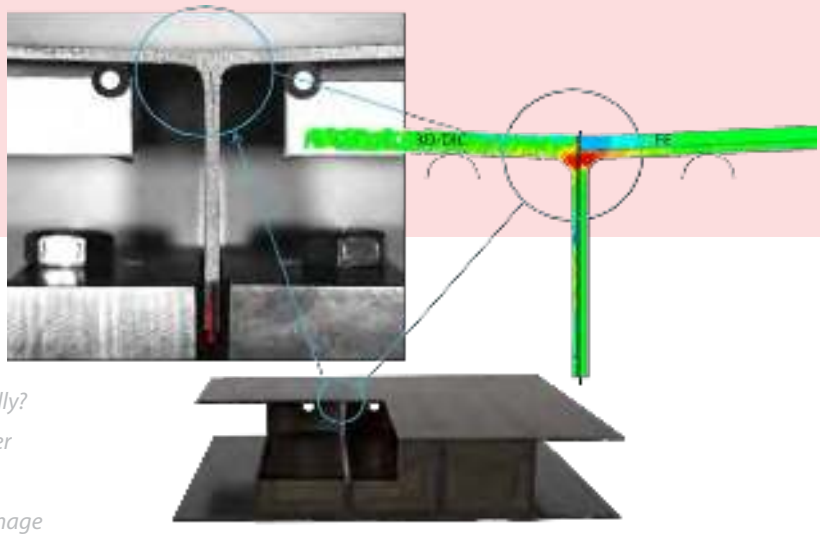
Design of Composite Structures

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

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

Typical materials

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



TYPICAL QUESTIONS:

- *How can endless fiber-reinforced components in combination with 3D printing be manufactured individually?*
- *Can metallic implants and orthoses be replaced by a lighter fiber-reinforced design with adapted stiffness?*
- *Is it possible to identify the beginning and progress of damage in the material by means of in-situ tests and to simulate it?*

Special expertise:

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

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

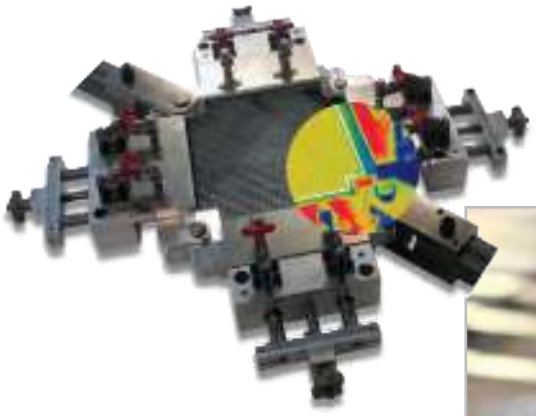
Prozesssimulation

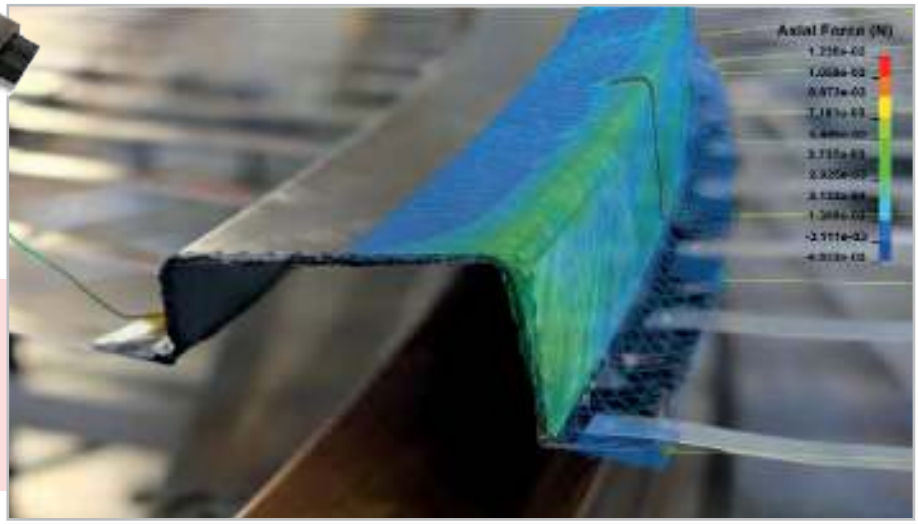
Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- & Raumfahrt	Gehäuse, Stringer und Spanten
Automobilbau	Karosserieteile
Maschinenbau	Hybride Tragstrukturen
Sport & Freizeit	Fahrradsättel
Energie	Rotorblätter

TYPISCHE FRAGEN:

- Wie kann das Thermoformen von maßgeschneiderten CFRTP-Laminaten einschließlich ihres Rückfederungsverhaltens simuliert werden?
- Welche Charakterisierungs- und Simulationsmethoden können verwendet werden, um das Spritzgießen/Pressen von kurzen und langenfaserverstärkten Polymer-Verbundwerkstoffen zu untersuchen?
- Wie kann die Hydrodynamik des Harztransfers von einem gesättigten Textil in ein trockenes Textil in 3D simuliert werden?

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





Typische Werkstoffe
GFK, CFK
Kontinuierlich verstärkte Systeme

Spezielle Leistungsmerkmale:

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

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

Process Simulation

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

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

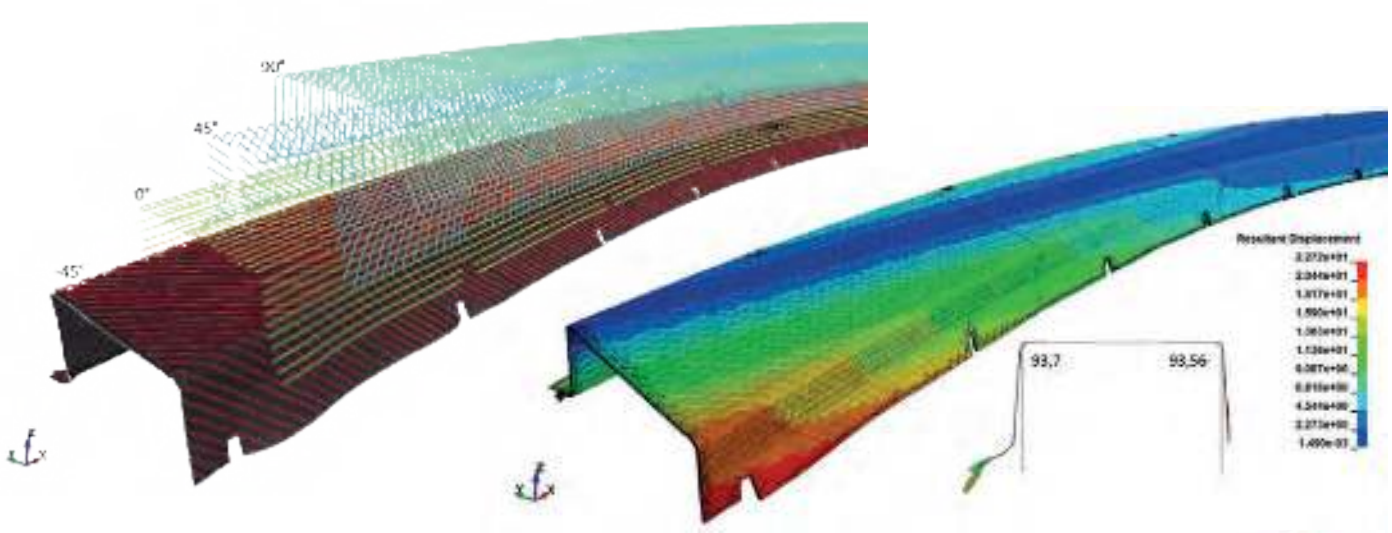
Typical materials

GFRP, CFRP

Continuously reinforced systems

TYPICAL QUESTIONS:

- *How can the thermoforming of tailored CFRTP laminates including their springback behavior be simulated?*
- *Which characterization and simulation methodologies can be used to investigate the injection/compression molding of short and long fiber reinforced polymer composites?*
- *How can the hydrodynamics of resin transfer from a saturated textile into a dry reinforcement be simulated in 3D?*



Special expertise:

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

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

KOMPETENZFELD

Mechanische Charakterisierung & Modellierung

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

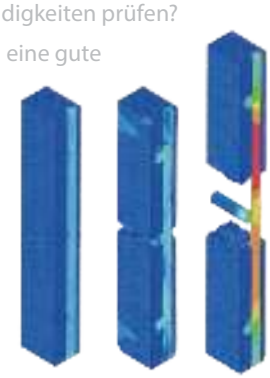
Typische Werkstoffe

CFK, GFK, AFK
Kontinuierliche und diskontinuierliche Faserverstärkung
Hybridmaterialien

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

TYPISCHE FRAGEN:

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



Spezielle Leistungsmerkmale:

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

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

Mechanical Characterization & Modeling

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

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

Typical materials

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

TYPICAL QUESTIONS:

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

Special expertise:

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

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

Ermüdung & Lebensdaueranalyse

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

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

TYPISCHE FRAGEN:

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

Typische Werkstoffe

GFK
CFK
Kontinuierlich und diskontinuierlich faserverstärkte Kunststoffe

Spezielle Leistungsmerkmale:

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

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

Fatigue & Life Time Prediction

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

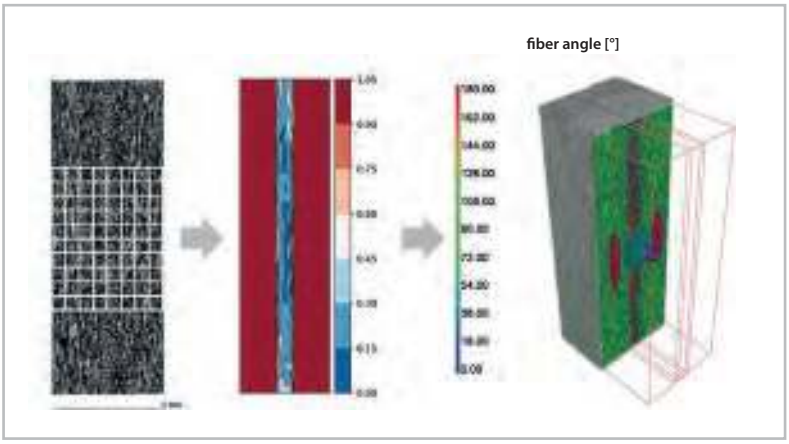
In the comptence field Fatigue & Life Time Prediction research is being carried out for the following subjects: experimental characterization and modeling of the fatigue behavior of fiber reinforced polymers, the identification of input parameters for the fatigue life analysis (fatigue strength, decrease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

Typical materials

GFRP
CFRP
Continuously and discontinuously reinforced polymer composites

TYPICAL QUESTIONS:

- *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 polymer composites?*



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 high and low temperatures*
  - *Uni- and multi-axial materials characterization*
  - *High frequency test rig*
  - *3D optical strain and deformation measurement*
  - *Linking to structural FEA*
  - *Acoustic emission and thermography measurement equipment*

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

Press- & Fügetechnologien

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

TYPISCHE FRAGEN:

- Haben Verbundwerkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen eine begrenzte Einsatzdauer?
- Wie können wertvolle CF-Abfälle wieder für hochwertige Bauteile eingesetzt werden?
- Wie geht es mit der Hybridisierung von Prozessen weiter?

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 Prozesskettenverkürzung weiterentwickelt. Ein Schwerpunkt bei der Verarbeitung von Fließpressmassen wie SMC, LFT und GMT ist der Einsatz nachwachsender Rohstoffe als Füllstoffe sowie die Entwicklung von speziellen Verfahren für die Verarbeitung von naturfaserverstärkten Verbundwerkstoffen in Verbindung mit herkömmlichen oder biobasierten Polymeren. Einen weiteren Schwerpunkt bilden Prozesskombinationen und angepasste sowie hocheffiziente Fügetechniken mit der Entwicklung spezieller Verfahren zum Schweißen von thermoplastischen FKV und Metall-FKV-Hybridverbindungen.

Locally thermoformed staple fiber based organic sheet

Typische Werkstoffe

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

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

© Langzauner Gesellschaft m.b.H.

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

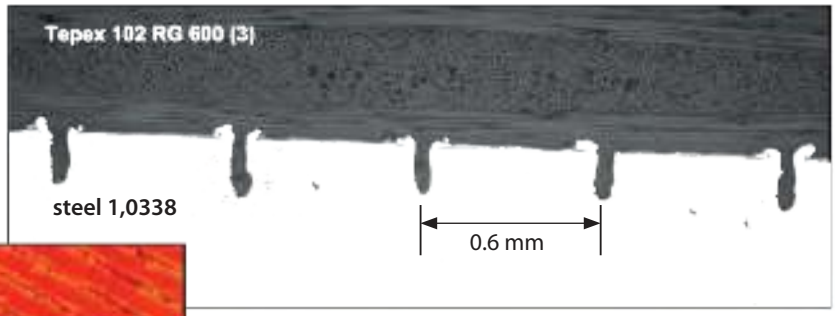
Press & Joining Technologies

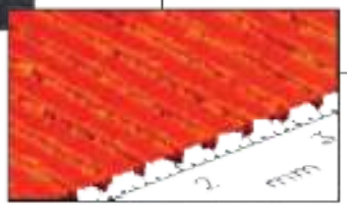
This field of competence focuses on the development of new materials and processing technologies for so-called organo sheets, discontinuously and continuously reinforced (CF, rCF, GF, NF), with standard or modified thermoplastics. Based on staple fiber technology, innovative forming technologies as well 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 FRP and metal-FRP hybrid materials.

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

Typical materials

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



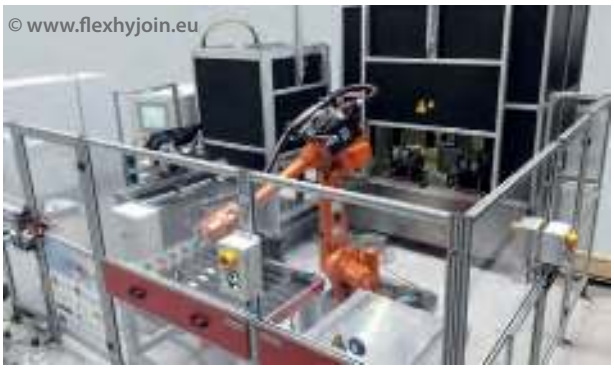


Special expertise:

- 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

TYPICAL QUESTIONS:

- *Do composites made of renewable raw materials have a limited service life?*
- *How can valuable CF waste be reused for high-quality components?*
- *How to proceed with the hybridization of processes?*



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

KOMPETENZFELD

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:

- Ist die Siphontechnologie bereits serienreif?
- Können Towpregs wirtschaftlich für die Druckbehälterfertigung eingesetzt werden?
- Welche Vorteile bieten unidirektional verstärkte Thermoplaste?

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 | ✆+49 631 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:

- *Is the siphon technology ready for series production?*
- *Can towpregs be used economically for pressure vessel production?*
- *What are the advantages of unidirectionally reinforced thermoplastics?*

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*

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

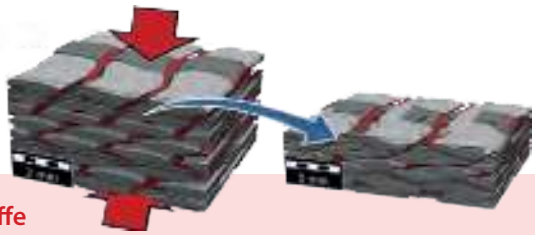
Imprägnier- & Preformtechnologien

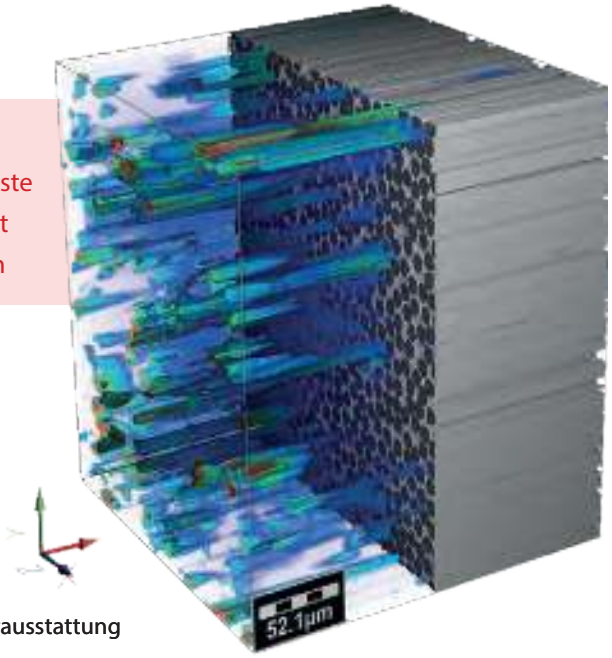
Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Luft- & Raumfahrt	Rumpfstrukturen
Automobilbau	Karosseriestrukturen, Strukturbauteile
Maschinenbau	Schnell bewegte Maschinenteile, Gehäuse
Sport & Freizeit	Fahrräder, Skier, Boote
Energie	Rotorblätter für Windkraft

TYPISCHE FRAGEN:

- Wie kann eine möglichst schnelle und robuste Imprägnierung erreicht werden?
- Wie kann das Prozessverhalten von Faserstrukturen charakterisiert werden?
- Wie kann auf Werkstoffebene eine Hybridisierung von FKV bspw. mit Elastomeren und Stahlfasern erfolgen?

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 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.





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 | ✆+49 631 2017 -400 | david.may@ivw.uni-kl.de

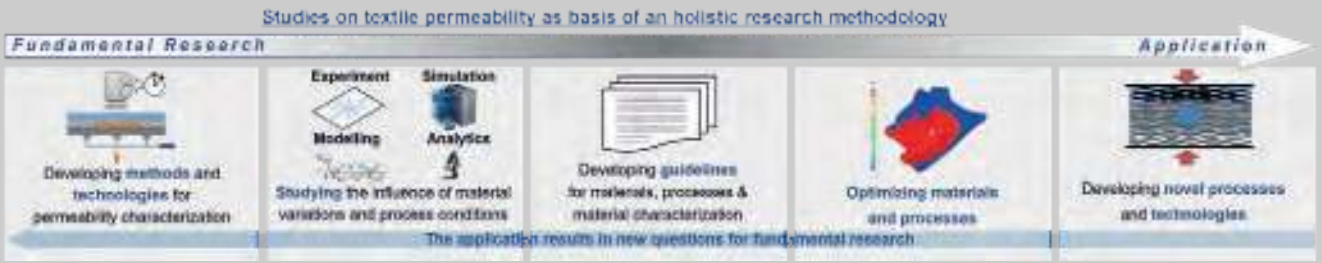
Impregnation & Preform Technologies

The focus of this field of competence is on Preform-LCM process chains. In this process chains, at first, near-net shape preforms are 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 this 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 achieve fast and robust impregnation?*
- *How to characterize the processing behavior of fiber structures?*
- *How to hybridize FRPs with elastomers or steel fibers on material level?*

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



Special expertise:

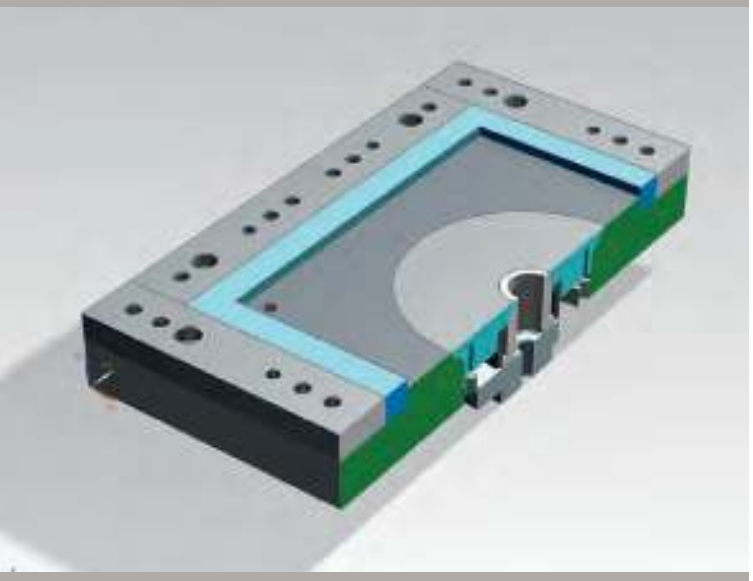
- *Continuous profile preforming*
- *Programmable sewing machines with real-time process control*
- *Dry Fiber Placement*
- *SPS-controlled infusion systems*
- *Technology carrier tool with extensive sensor equipment*
- *Autoclave technology*
- *Patented permeability measurement systems*
- *GeoDict®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

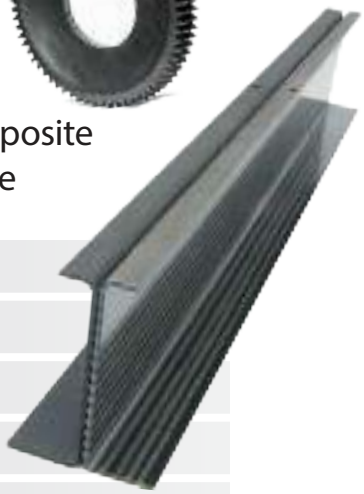
Typical materials

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

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

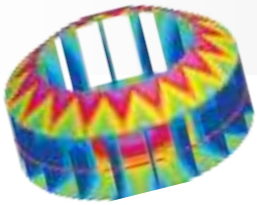
TECHNOLOGIEN VON A-Z





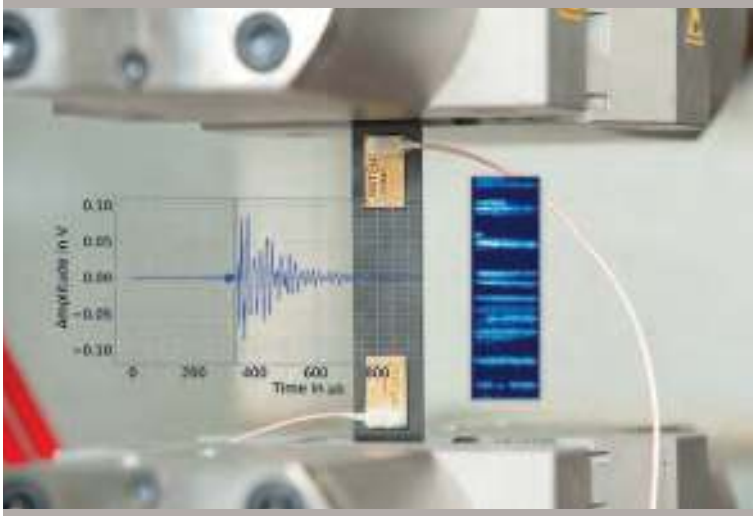
Das IVW entwickelt Komposite in großer Breite und Tiefe

- 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*
- *Fatique Analysis*
- *Filament Winding & Simulation*
- *Film Extrusion*
- *Forming Technology & Simulation*
- *Functionalized Matrix Systems*
- *Hybrid Materials & Structures*
- *Hybrid Processes*
- *Impact / Crash Behavior & Simulation*
- *Joining Technology / Welding & Simulation*
- *Material Analytics*
- *Methods of Material & 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*



PROJEKTE

Im Jahr 2020 wurden am Institut insgesamt 150 Projekte bearbeitet.

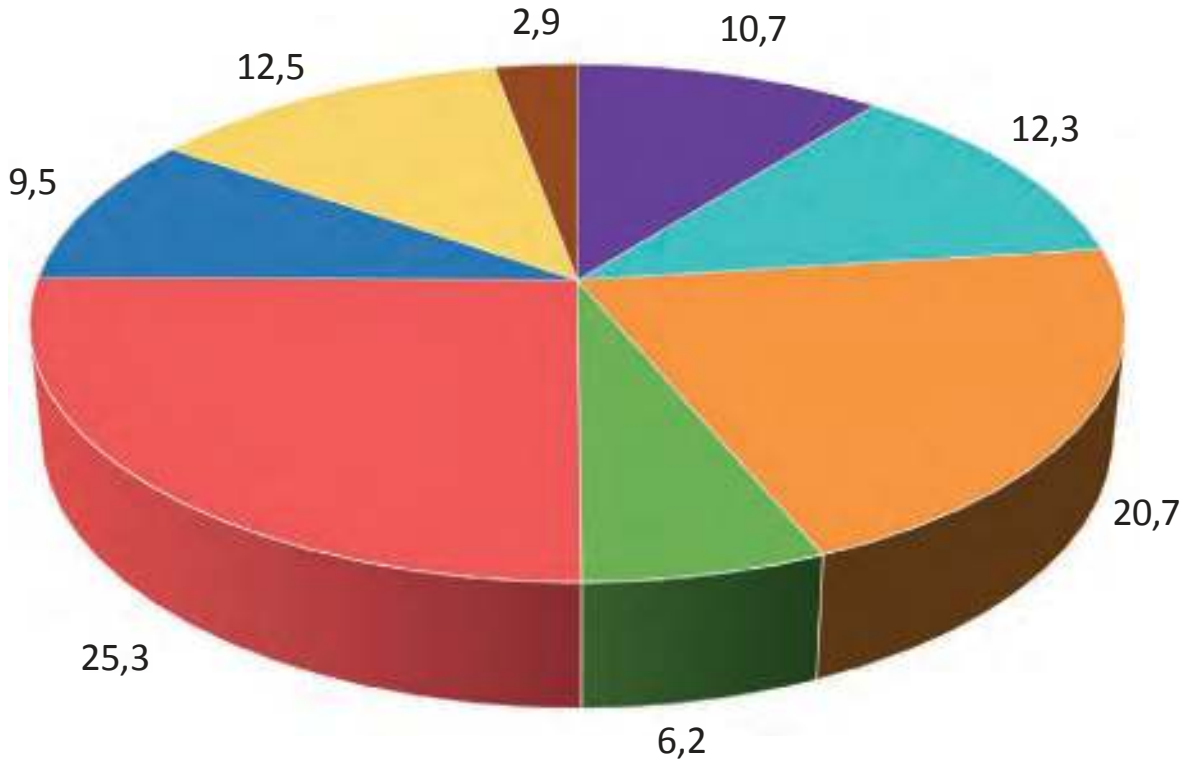
51 Projekte wurden von öffentlichen Drittmittelgebern wie dem Land Rheinland-Pfalz (RLP), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der Europäischen Union (EU), dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), dem Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) u.a. gefördert. Bei 99 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 in alphabetischer Reihenfolge dargestellt.

Erträge aus öffentlich geförderten Projekten nach Fördermittelgeber (in %)

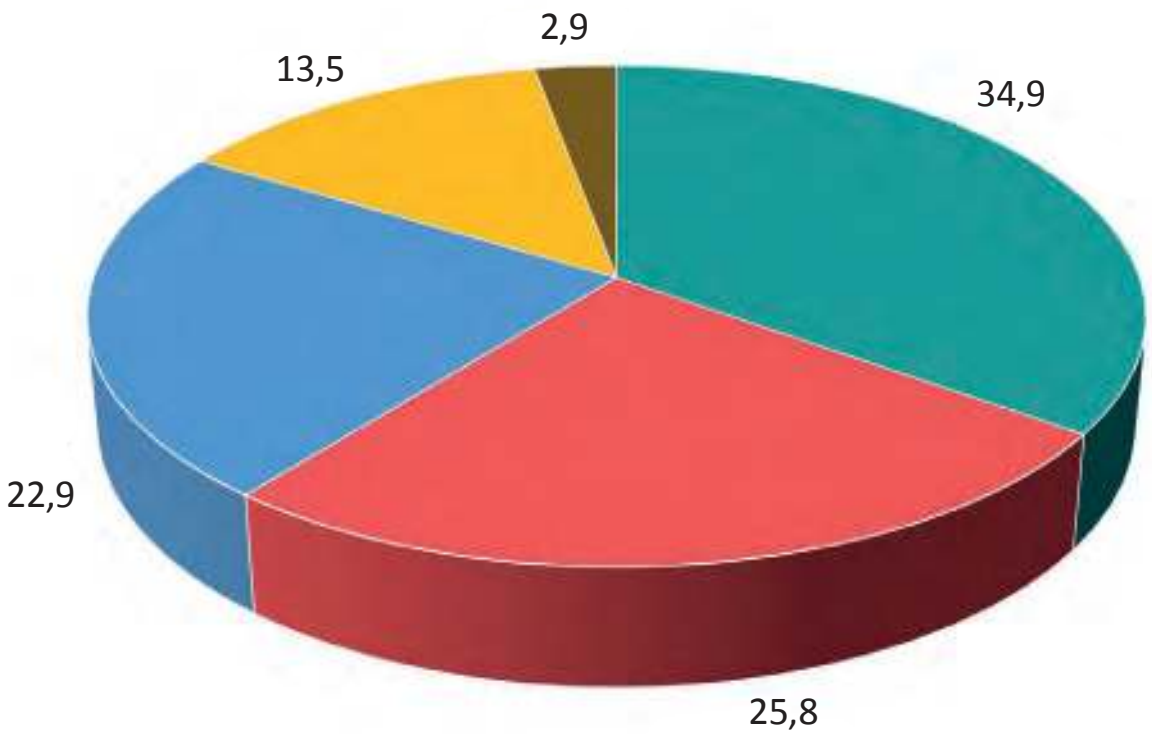
Revenues from public funded projects by funding authority (in %)



in 2020 a total of 150 projects were processed.
51 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. 99 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 in alphabetical order on the following pages.

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



torsten.heydt@ivw.uni-kl.de

AbsorpAdhesive – Dämpfungsverhalten geklebter Kunststoff-Verbindungen

Torsten Heydt

Aus Gründen der Sicherheit und des Komforts bestehen moderne PKW-Fahrwerke aus Feder- und Dämpfer-Elementen. Diese sorgen in geeigneter Kombination dafür, dass Unebenheiten der Fahrbahn ausgeglichen und gedämpft werden, wodurch weniger Vibrationen an die Insassen weitergeben werden, und das Auto zu jeder Zeit maximale Traktion hat. Durch den zunehmenden Einsatz von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) im Automobilbereich können auch immer mehr Vorteile dieser Werkstoffe ausgespielt werden. Nicht nur die spezifisch hohe und richtungsabhängige Steifigkeit sorgt für immer leichtere Konstruktionen, auch das im Vergleich zu Metallen gute Dämpfungsverhalten hat einen positiven Einfluss auf den Einsatz. Daher hat es sich das Projekt AbsorpAdhesive zum Ziel gesetzt, einen PKW-Anhänger aus pultrudierten FKV-Profilen herzustellen. Die Profile werden einerseits verwendet, um dem hohen Preisdruck der Branche Stand zu halten, andererseits besitzen sie ein sehr gutes Dämpfungsverhalten. Als weiteres Dämpfungselement dient die Klebung zwischen den unterschiedlichen Profilen, um somit die Strukturdämpfung des Anhängers möglichst hoch zu gestalten. Innerhalb der drei Forschungseinrichtungen wird die komplette Prozesskette von der Klebung auf Couponebene über die einzelnen Baugruppen bis zum gesamten Anhänger 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.

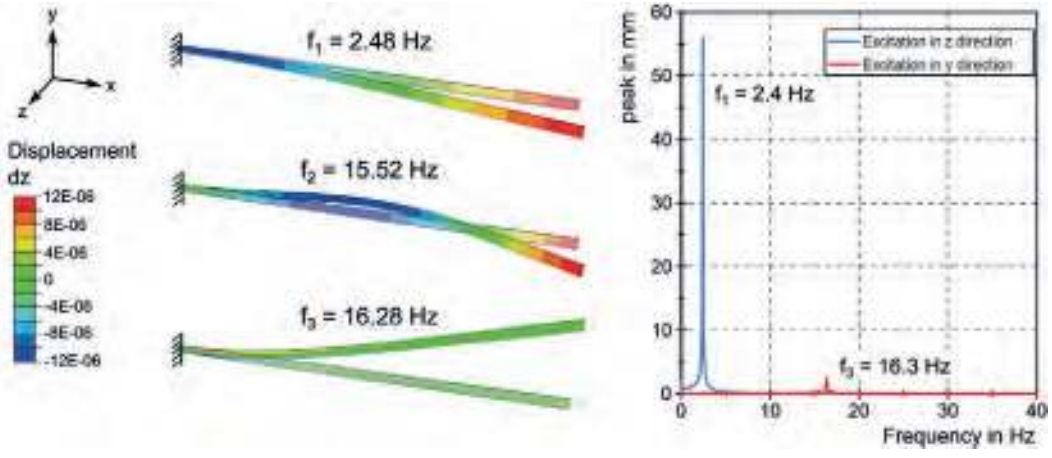
Projektpartner / *Partners:*

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

SKZ – Das Kunststoff-Zentrum, Würzburg

Vergleich von Modalanalyse und Finite-Elemente-Analyse

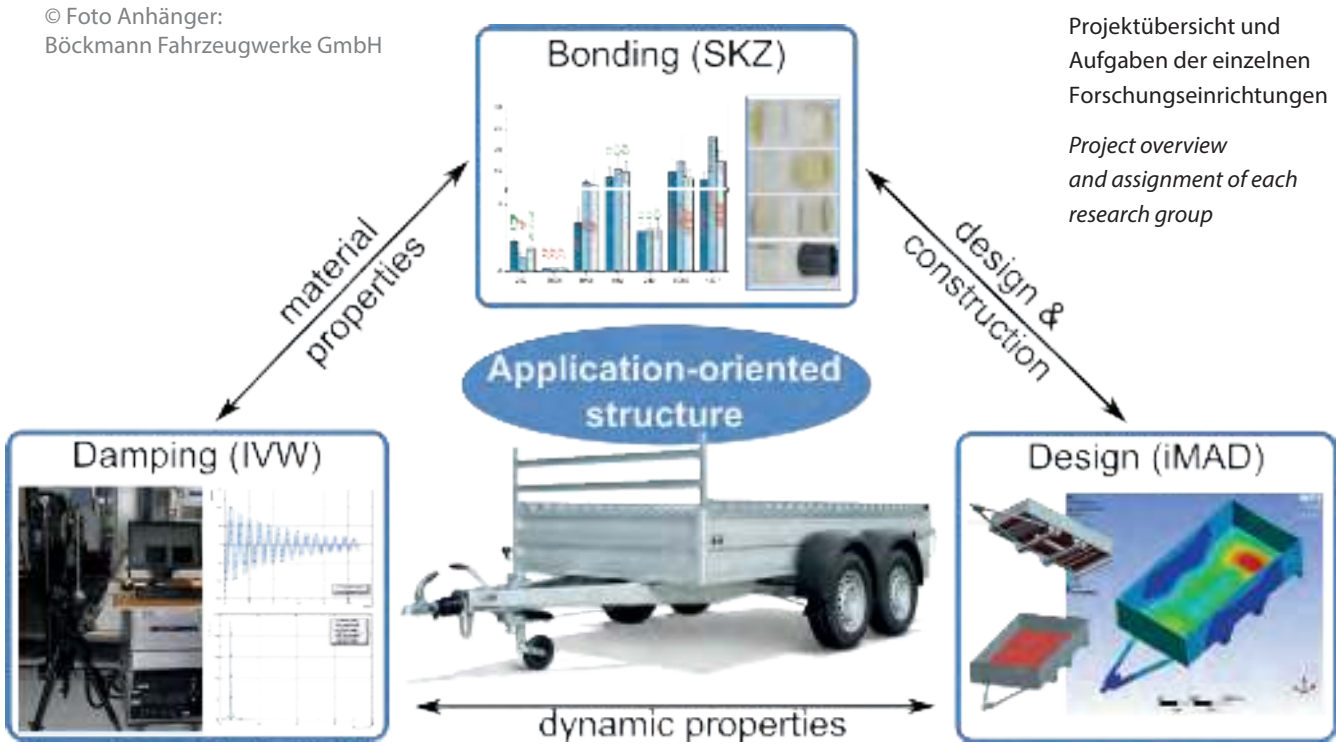
Comparison of modal analyses and finite element analyses



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

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).

AbsorpAdhesive – Damping Behavior of Bonded Composite Joints



Projektübersicht und Aufgaben der einzelnen Forschungseinrichtungen

Project overview and assignment of each research group

For safety and comfort reasons, modern car chassis are made of springs and damper elements. In suitable combination, these ensure that bumps in the road are evened out and damped, which means less vibration is transmitted to the occupants, and that the car has maximum traction at all times. The increasing use of fiber reinforced polymer composites (FRP) in the automotive sector means that more and more advantages of these materials can be exploited. Not only the specific high and directional stiffness provides for ever lighter constructions, but also the good damping behavior compared to metals has a positive influence on the application. Therefore, the project AbsorpAdhesive aims at producing a car trailer from pultruded FRP profiles. On the one hand, the profiles are used to withstand the high price pressure of the industry, on the other hand they have a very good damping behavior. The bonding between the different profiles serves as a further damping element to make the structural damping of the trailer as high as possible. Within the three research institutes, the complete process chain from bonding at coupon level to the individual assemblies and the entire trailer is being investigated.

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.

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

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

AIRPOXY – Herstellung und Verarbeitung von Vitrimer-FKV

Stefan Weidmann

Andreas Krämer

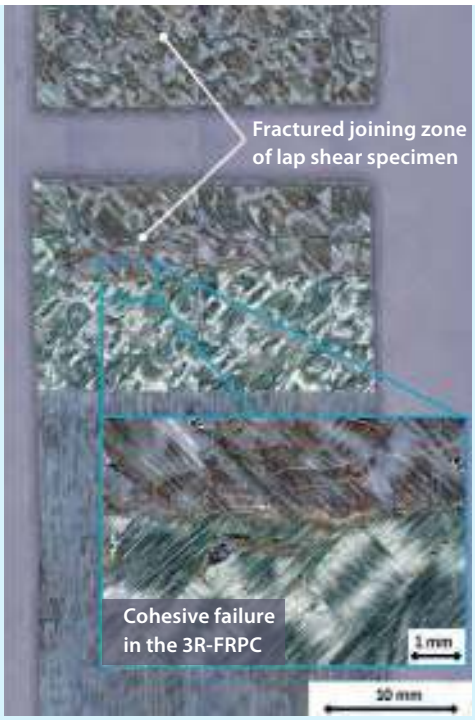
Stephan Becker

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

Ziel des EU-Projektes AIRPOXY ist es, die Produktions- und Wartungskosten von Bauteilen im Faser-Kunststoff-Verbund (FKV) in der Luftfahrt durch Einführung einer neuartigen Familie kohlestofffaserverstärkter Vitrimer-Kunststoffe zu senken. Faserverstärkte Vitrimere besitzen die Vorteile herkömmlicher Duroplaste und können zudem - ähnlich wie Thermoplaste - leicht verarbeitet, repariert und recycelt werden.
Diese vollumfänglich positiven Werkstoffeigenschaften werden durch ein revolutionäres epoxidharzbasiertes Matrixsystem (3R) mit den Eigenschaften von Vitrimerkunststoffen erreicht. Basierend auf reversibel dynamischen Schwefelbrückenbindungen sind die 3R-FKV oberhalb der Glasüberganstemperatur (Tg ≈ 170 °C) mitunter thermisch formbar und schweißbar. Die in AIRPOXY entwickelten Vitrimer-FKV erlauben vielfältige Verarbeitungsmöglichkeiten, an deren Entwicklung das IVW maßgeblich beteiligt ist:

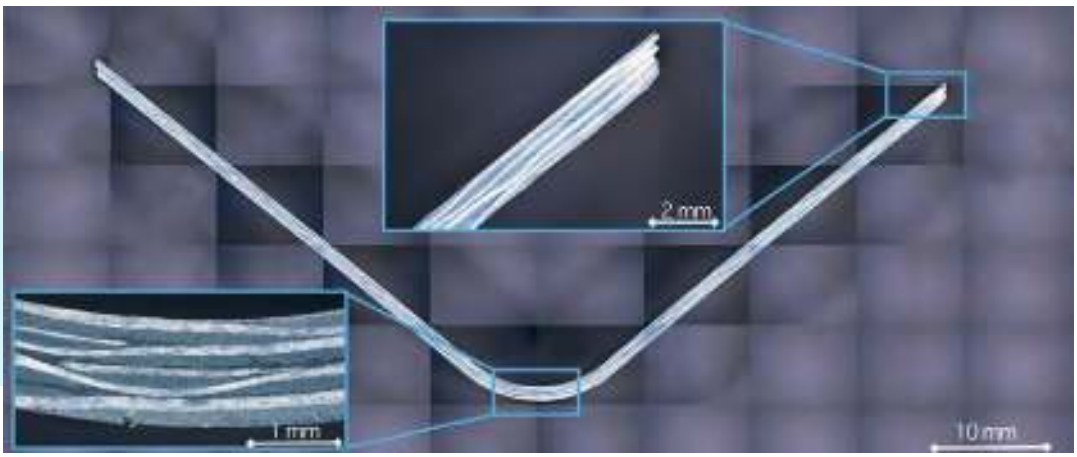
- Hohe Produktionsraten durch adaptierte Thermoformverfahren
- Robuste und gewichtsneutrale Schweiß- und Klebtechnologien
- Herstellung komplexer Formteile durch Resin Transfer Molding (RTM) Prozesse
- Einfache und kosteneffiziente Reparaturen von Luftfahrtbauteilen
- Recycling von End-of-Life- und Produktionsabfällen

Neben den genannten Verarbeitungsmöglichkeiten werden durch das Konsortium zusätzlich komplexe FE-Prozesssimulationen erstellt, Structural-Health-Monitoring-Konzepte untersucht und eine umfangreiche mechanische Charakterisierung der 3R-FKV durchgeführt.



Bruchfläche der geschweißten Fügezone eines geprüften Zug-Scher-Probekörpers

Fracture surface of the welded joining zone of a tested lap shear specimen

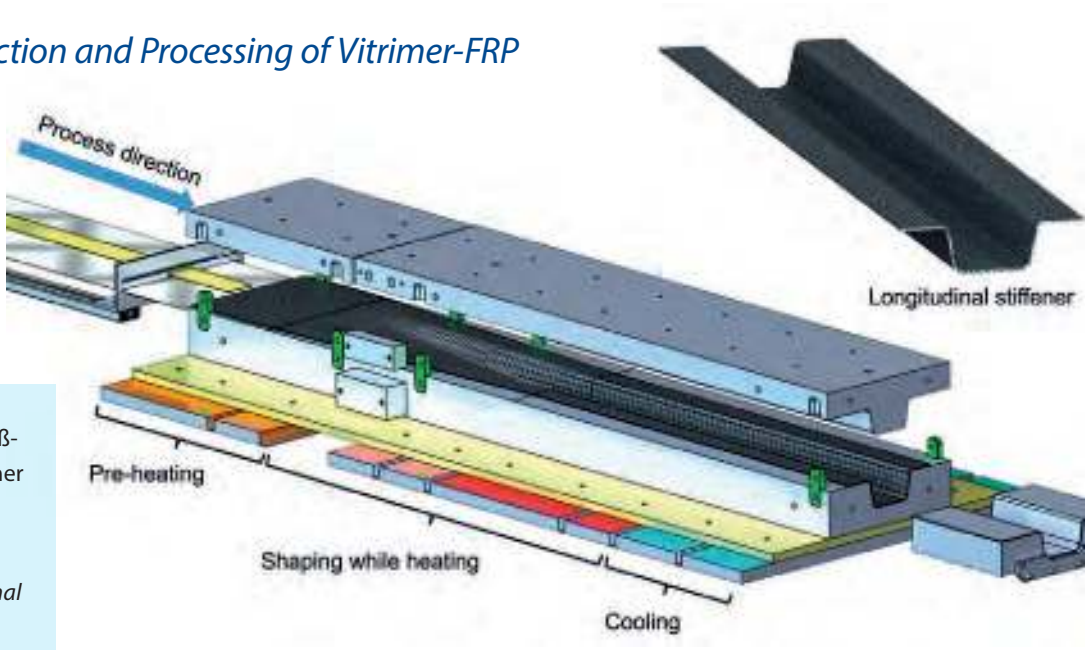


Thermogeformte kohlenstofffaserverstärkte Vitrimer-Probe

Thermoformed carbon fiber reinforced vitrimer specimen

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

AIRPOXY – Production and Processing of Vitrimer-FRP



Werkzeug für Intervallheißpresse zur Herstellung einer Längsversteifung

Continuous compression molding tool for longitudinal stiffener manufacturing

Aim of the EU project AIRPOXY is to reduce the production and maintenance costs of fiber reinforced polymer composites (FRP) parts in the aviation industry by introducing an innovative family of carbon fiber reinforced vitrimer polymers. Vitrimer polymers provide all advantages of common thermosets and simultaneously can be easily processed, repaired and recycled similar to thermoplastics. These overall positive material properties are achieved by a pioneering epoxy resin based matrix system (3R) with the properties of vitrimer polymers. Based on reversibly dynamic sulphur cross-links, the 3R-FRP can be thermoformed and welded above the glass transition temperature (Tg ≈ 170°C). The vitrimer-FRP developed in AIRPOXY allow various processing possibilities, in whose development IVW is significantly involved:

- *High production rates through adapted thermoforming processes*
- *Robust and weight-neutral welding and bonding technologies*
- *Production of complex shaped parts by resin transfer molding (RTM) processes*
- *Simple and cost-efficient repairs of aerospace components*
- *Recycling of end-of-life and production waste*

In addition to the processing technologies mentioned above, the consortium also develops complex FE process simulations, investigates structural health monitoring concepts and carries out a comprehensive mechanical characterization of the 3R FRP.

AIRPOXY

www.airpoxy.eu

Projektpartner / *Partners:*

Altair Engineering France SARL

ARTTIC – a PNO international management services company

CIDETEC – (Koordinator / Coordinator)

Coexpair S.A.

Composite & Smart Materials Laboratory/University of Ioannina

ÉireComposites Teoranta

EURECAT

IDEC – Ingeniería y Desarrollos en Composite S.L.

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

SONACA – Société Nationale de Construction Aérospatiale S.A.

UNE – Asociación Española de Normalización

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

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

Arbeitskreisleitung „Endlosfaserverstärkte Thermoplaste im Automobilbereich“

Sebastian Schmeer

David Scheliga

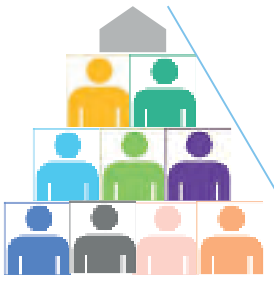
Florian Mischo

Endlosfaserverstärkte Thermoplaste (cFRTP) zeichnen sich durch ein enormes Leichtbaupotential aus und sind aufgrund ihrer Eigenschaften für einen Großserieneinsatz z.B. in der Automobilindustrie prädestiniert. Ein Hemmnis zur Anwendung von cFRTP stellt jedoch das häufige Fehlen vollständig vergleichbarer und effizient ermittelter Werkstoffkennwerte dar. Vor diesem Hintergrund entwickelt der AVK Arbeitskreis „Endlosfaserverstärkte Thermoplaste“ unter Leitung des IVW seit seiner Gründung im Juni 2015 eine Standardisierungsstrategie für cFRTP (Organobleche und Tapes), fokussiert auf Basiskennwerte für Datenbanken. Daraus sind bisher unter anderem ein neu entwickelter Probekörper zur Bestimmung der Zugeigenschaften sowie ein kompletter Prüfplan hervorgegangen, der den zu einer Charakterisierung notwendigen Satz an Werkstoffkennwerten, Prüfbedingungen sowie Prüfmethoden einheitlich definiert. 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 Digitalisierung von cFRTP dar.

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

Definierter Prüfplan als Basis für die CAMPUS-Datenbank

Defined test plan as basis for CAMPUS database



End users

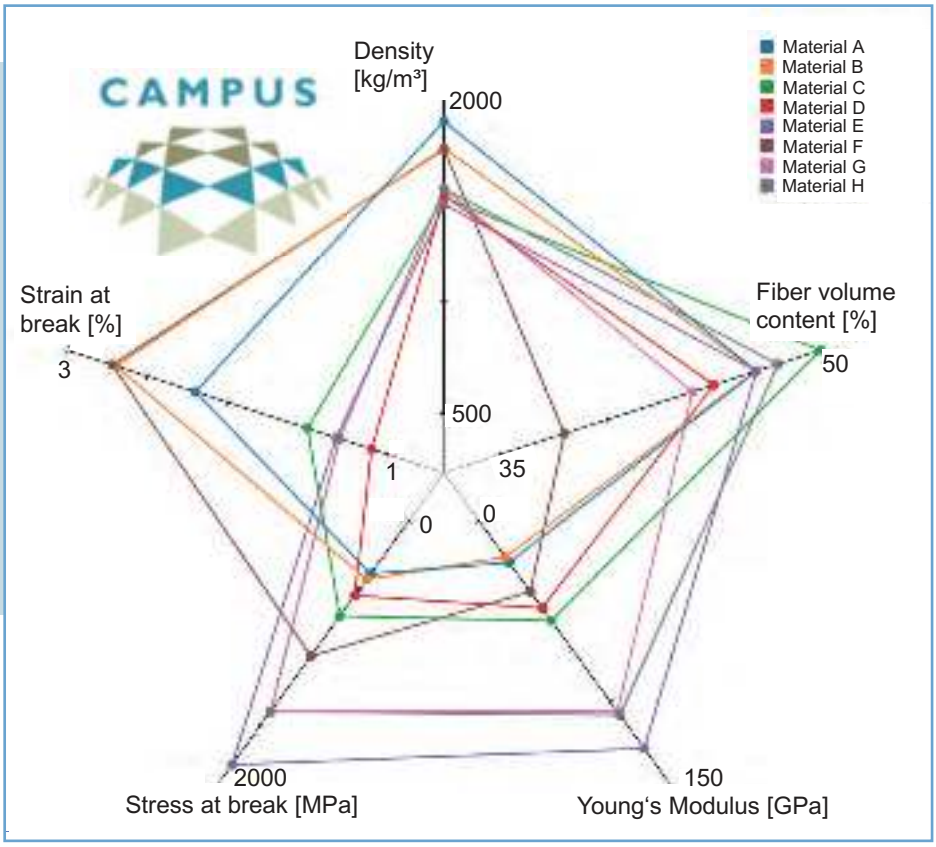
Material properties			Testing condition			Standard
			-40°C	23°C	85°C	
General properties	Thickness	dry		✓		
	ρ	dry		✓		ISO 1183-1; ISO 1183-2; ISO 1183-3
		cond.		✓		
	φ (or V_f)	dry		✓		ISO 11667
Tensile Properties	E_1	dry	✓	✓		ISO 527-4; ISO 527-5
		cond.		✓	✓	
	R'_1	dry	✓	✓		ISO 527-4; ISO 527-5
		cond.		✓	✓	
	E_2	dry	✓	✓		ISO 527-4; ISO 527-5
		cond.		✓	✓	
	R'_2	dry	✓	✓		ISO 527-4; ISO 527-5
		cond.		✓	✓	
	ν_{12} (or ν_{21})	dry		✓		ISO 527-4; ISO 527-5
Flexural Properties	E_f	dry		✓		ISO 14125
		cond.		✓		
	R_f	dry		✓		ISO 14125
		cond.		✓		
	E_f	dry		✓		ISO 14125
		cond.		✓		
	R_m	dry		✓		ISO 14125
		cond.		✓		
	Interlaminar shear strength (ILSS)	dry		✓		ISO 14130
		cond.		✓		
Shear Properties	G_{12}	dry	✓	✓		ISO 14129
		cond.		✓	✓	
	R_{12}	dry	✓	✓		ISO 14129
		cond.		✓	✓	
Thermal Properties	α_{11}	dry		✓		ISO 11359-2
	α_{22}	dry		✓		ISO 11359-2
	T_m/T_g	dry		✓		DIN EN ISO 11357-2/3
	Heat deflect. temperature	dry		✓		ISO 75-3

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

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

Spinnendiagramm als Möglichkeit des Werkstoffvergleichs in CAMPUS

Spider chart as option 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) because of their material properties. The frequent lack of fully comparable and efficiently calculated material properties are, hoewever, an obstacle for the application of cFRTP in the industry. Against this background, the AVK expert task force "continuous fiber reinforced thermoplastics" is developing a standardization strategy for cFRTP (organo sheets and tapes) under the direction of IVW since its founding in June 2015, focusing on basic parameters for databases. 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. But only material data of injection molding materials was available in the database so far. 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, 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 compile 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

Andreas Gebhard

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

Kunststoffzahnräder weisen gegenüber metallischen Zahnrädern diverse Vorteile wie geringeres Gewicht, Trockenlauffähigkeit oder eine Eignung zur kostengünstigeren Massenproduktion auf. Allerdings müssen die Nachteile der niedrigeren mechanischen und thermischen Eigenschaften sowie der geringeren Genauigkeit durch konstruktive Maßnahmen kompensiert werden. Aktuell vorliegende Auslegungsmethoden weisen aber nur eine stark begrenzte Anwendbarkeit auf, da sie diverse kunststoffspezifische Eigenschaften (z.B. Viskoelastizität oder Schädigungsmechanismen) nicht berücksichtigen. Neben umfassender Materialcharakterisierung beschäftigen sich aktuelle Arbeiten detailliert mit der Faserorientierung spritzgegossener Kunststoffzahnräder. Mittels Computertomographie können hier verschiedene Zonen identifiziert werden, die unterschiedliche Faservorzugsorientierungen und eine unterschiedlich starke Ausprägung der Orientierungen aufweisen. Diese Kenntnisse werden dann in ein Multiphysik-Simulationsmodell übertragen, welches von dem Lehrstuhl für Maschinenelemente und Getriebetechnik der Technischen Universität Kaiserslautern entwickelt wird. Die für die Validierung der Simulation erforderlichen tribologischen Messdaten werden mit Hilfe eines Zylinder-auf-Ring-Versuchs ermittelt.

Projektpartner / *Partners:*

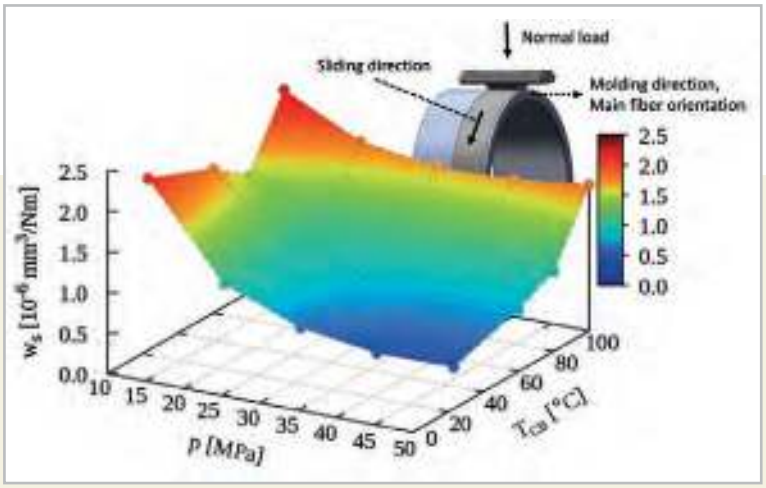
FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.

MEGT Lehrstuhl für Maschinenelemente und Getriebetechnik der Technischen Universität Kaiserslautern

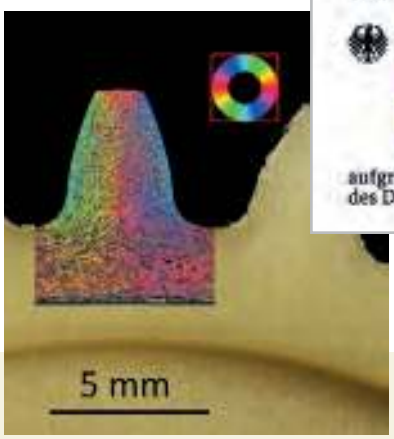
Das Hauptziel des Projekts ist die Ausarbeitung eines Leitfades zur funktions-, material- und technologiegerechten Gestaltung von Kunststoffzahnrädern durch einen physikalisch begründeten und experimentell validierten Ansatz.

Zylinder-auf-Ring-Versuch (Schema) und spezifische Verschleißrate (w_s) als Funktion von Druck (p) und Gegenkörpertemperatur (T_{CB})

Cylinder-on-ring test (schematic) and specific wear rate (w_s) *as a function of pressure (p) and counter body temperature* (T_{CB})



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

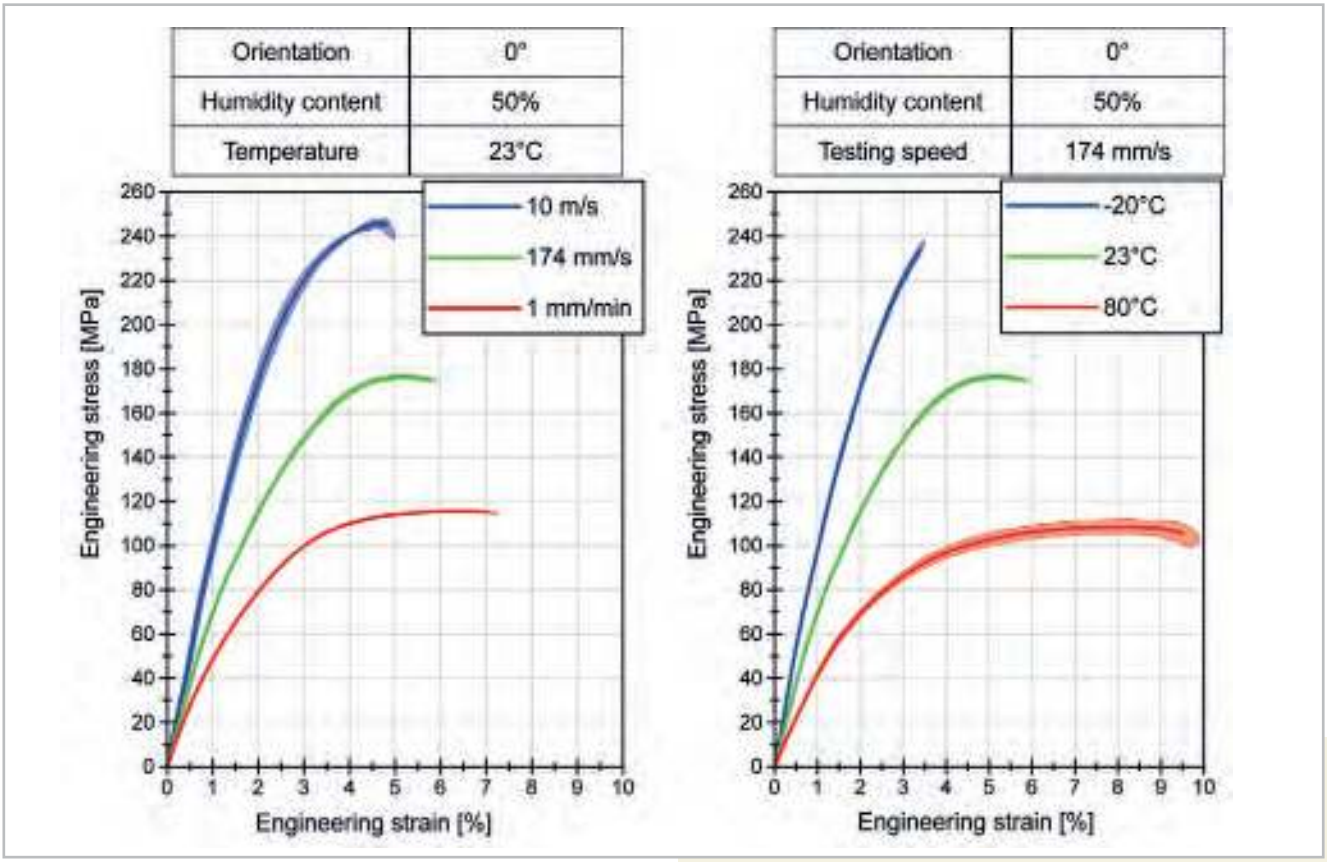


Spritzgegossenes Kunststoffzahnrad überlagert mit der Faserorientierung gemessen mittels Computertomographie

Injection molded plastic gear superimposed with the fiber orientation determined by computer tomography

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

Design of Injection Molded Plastic Gears



Exemplarische Mittelwertkurven samt Streuband aus den Zugversuchen an kurzglasfaserverstärktem Polyamid

Exemplary mean curves with scatter band from the tensile tests of short glass fiber reinforced polyamide

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 lower mechanical and thermal properties and less precision need to be compensated by constructive means. Present design methods, however, have a very limited applicability since several plastic specific properties such as viscoelasticity or damage mechanisms are neglected. Besides a comprehensive material characterization, current works focus on a detailed analysis of fiber orientation of injection molded plastic gears. Using computer tomography, several segments with different fiber orientations and also different degrees of orientation can be distinguished. These parameters are transferred to a multiphysics simulation model developed by the Institute of Machine Elements, Gears, and Transmissions at the Technische Universität Kaiserslautern. The data required for the validation of the simulation is obtained from a cylinder-on-ring test.

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

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

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 IGF 20379 N).

BFKcraft – Basaltfaserlamellen für die statische Gebäudesanierung

Emmanuel I. Akpan

emmanuel.akpan@ivw.uni-kl.de

Andreas Klingler

andreas.klingler@ivw.uni-kl.de

Basaltfasern sind eine wirtschaftliche und vor allem ökologische Alternative zum Einsatz von Kohlenstofffasern. Basalt ist das am häufigsten auf der Erde vorkommende Gestein und kann unter wesentlich geringerem Energieaufwand zu lasttragenden Fasern verarbeitet werden als es bei Kohlenstofffasern möglich ist. Dadurch lassen sich nachhaltige und kosteneffiziente Hochleistungsmaterialien entwickeln, die am Ende ihrer Lebenszeit auch einfacher als carbonfaserverstärkte Polymere (CFK) recycelt werden können. Dieses Projekt fokussiert den Einsatz von Basaltfasern in polymeren Verbundwerkstoffen im Bereich der Gebäudesanierung. Zu Lamellen verarbeitet und beispielsweise an Etagendecken befestigt sollen sie für eine nachträgliche Verstärkung sorgen und so die Lastaufnahme erhöhen. Das Projekt zielt insbesondere auf eine Substitution von Kohlenstofffasern durch die nachhaltigeren Basaltfasern in den Lamellen ab; diese bestehen derzeit zu ca. 70 Vol.-% aus Kohlenstofffasern. Im Mittelpunkt der Forschungsarbeit steht eine Materialentwicklung auf Makro- und Mikroebene; neuartige nanostrukturierte Harzsysteme werden formuliert, um das Anforderungsprofil der Lamellen zu erfüllen. Dies geschieht durch systematische Variation und Anpassung der Werkstoffzusammensetzung, die die mechanischen, thermischen und verarbeitungsrelevanten Eigenschaften beeinflusst. Besonders im Fokus stehen hohe chemische Resistenz und Dauerhaftigkeit der resultierenden Verbundwerkstoffe. Dazu werden Schlichtesysteme (Sizing) entwickelt, um die Haftung zwischen Basaltfaser und duroplastischer Matrix zu verbessern. Neue Wege im Herstellungsprozess beschreitet das Projekt durch den Einsatz einer innovativen Mikrowellenhärtungstechnologie.

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

Projektpartner / *Partners:*

CG TEC GmbH

DBF – Deutsche Basalt Faser GmbH

H&W Hoffmann & Weber Unternehmensberatung

IVW – Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

S&P Clever Reinforcement GmbH

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

Stahlbetonträger mit aufgeklebter, neuentwickelter Basaltfaserlamelle

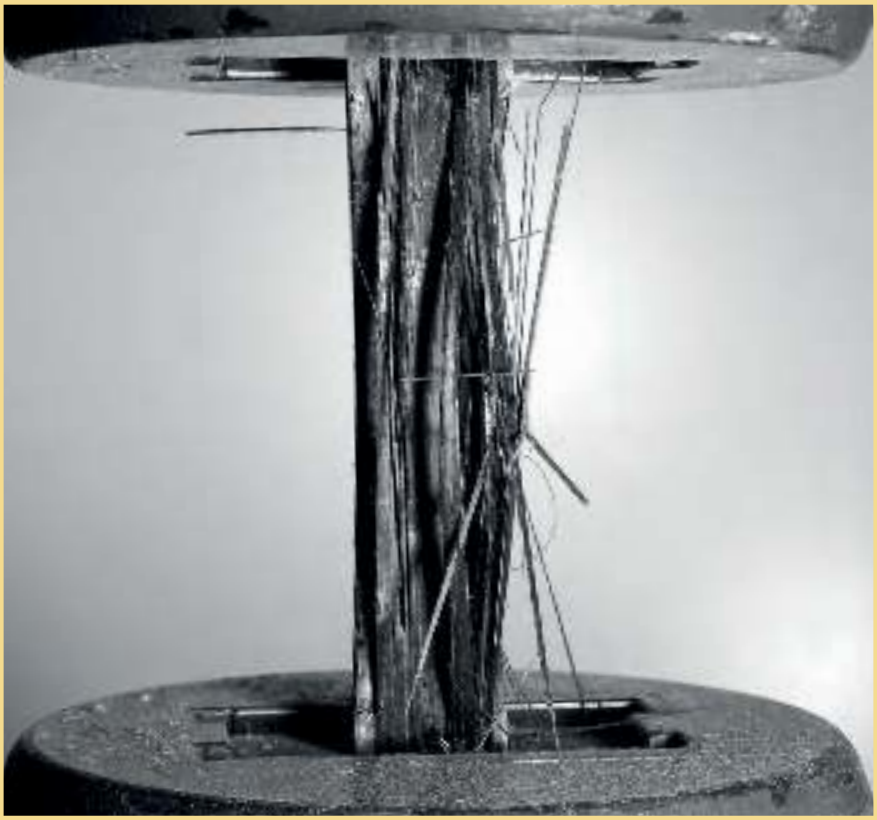
Application of newly developed basalt fiber lamella onto concrete beams

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).

BFKcraft – Basalt Fiber Lamellae for Static Building Renovation

Norm-Zugversuch an einer modifizierten Basaltfaserlamelle mit Splitterversagen

Standardized tensile test of a basalt fiber reinforced lamella showing splintering



Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

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

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

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

florian.gortner@ivw.uni-kl.de

BioSMC – Einsatz bio-basierter Rohstoffe in SMC

Florian Gortner

Im Forschungsprojekt BioSMC sollten durch den Einsatz bio-basierter und nachwachsender Rohstoffe in SMC-Halbzeugen neue Anwendungsfelder erschlossen werden. Konventionelle glasfaserverstärkte SMC-Halbzeuge bestehen meist aus ca. 15–25 Gew.-% ungesättigten Polyesterharzen inkl. entsprechender Anti-Schrumpf-Additive, ca. 7 Gew.-% anwendungsspezifischen Additiven (z.B.: interne Trennmittel, Farbstoffe, Viskositätssenker), ca. 40 Gew.-% mineralischen Füllstoffen (z.B. Kalziumkarbonat) und ca. 20–35 Gew.-% Schnittglasfasern mit einer Länge von ca. 25,4 mm. Durch das Ersetzen von Harzen, Füllstoffen und Verstärkungsfasern sollten Halbzeuge entwickelt werden, welche unter konventionellen SMC-Herstell- und Verarbeitungsparametern verarbeitet werden können, eine deutlich reduzierte Dichte gegenüber den konventionellen Halbzeugen aufzeigen und die gleichen absoluten mechanischen Eigenschaften besitzen.

LORENZ Kunststofftechnik GmbH

Projektpartner / *Partner:*
LORENZ Kunststofftechnik GmbH

Im Forschungsprojekt BioSMC konnten sowohl Füllstoffe als auch Harzsysteme durch bio-basierte Pendants ersetzt werden. Durch die Verwendung von Basalt-Fasern als Verstärkungsfasern konnte der Anteil der bio-basierten Komponenten in Summe auf 74 Gew.-% gesteigert werden. Diese Halbzeuge zeigen eine ca. 20 % geringere Dichte als konventionelle Halbzeuge, die erreichbaren mechanischen Kennwerte bleiben dabei auf einem konstanten Niveau.

Institutseigene SMC-Anlage mit 600 mm Arbeitsbreite

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

Das Projekt „BioSMC– Entwicklung eines dichtereduzierten 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).

BioSMC – Use of Bio-Based and Renewable Raw Materials in SMC

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag

Springbrunnen mit Auffangbecken
aus bio-basiertem SMC

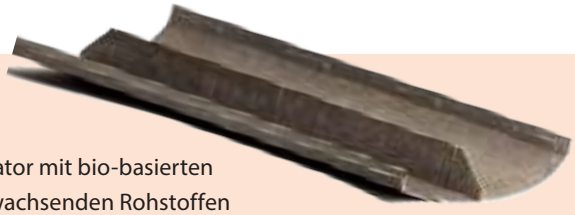
Fountain with catch basin made of bio-based SMC

© Lorenz Kunststofftechnik GmbH

Auffangbecken
aus bio-basiertem SMC

Basin based on bio-based SMC

In the research project BioSMC, new fields of applications were opened up by using bio-based and renewable raw materials in SMC semi-finished products. Conventional glass fiber reinforced SMC semi-finished products usually consist of approx. 15–25 wt.-% of unsaturated polyester resin including anti-shrinkage additives, approx. 7 wt.-% of application specific additives, approx. 40 wt.-% of mineral fillers (e.g. calcium carbonate) and approx. 20–35 wt.-% of reinforcement fibers with a length of 25.4 mm. By replacing resin, fillers and reinforcement fibers with bio-based components, the aim was to develop new SMC semi-finished products, which are processible under conventional SMC manufacturing and processing parameters, also show significantly reduced density compared to conventional SMC and provide the same absolute mechanical properties.



Demonstrator mit bio-basierten
und nachwachsenden Rohstoffen

Demonstrator with bio-based and renewable raw materials

Within this research project, both fillers and resin systems were replaced by bio-based counterparts. By using basalt fibers as reinforcing fibers, the share of bio-based components were increased up to 74 wt.-%. These semi-finished products show a density which is up to 20% lower than conventional SMC semi-finished products and provide absolute achievable mechanical properties comparable to those of conventional 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 ZF4052322EB8).

julian.weber@ivw.uni-kl.de

CarboSteer – Effektive Wiederverwertung von Kohlenstofffasern

Julian Weber

Im Forschungsprojekt CarboSteer wird eine neue Prozesstechnologie entwickelt, die rezyklierte Kohlenstofffasern in Hochleistungsbauteile mit Leichtbaupotenzial zurückführt. Dazu werden co-mingled Garne aus Stapelfasern und Polymerfasern zunächst zu Tapes verarbeitet und dann im Tapelegeverfahren hochausgerichtet und gestreckt platziert. So kann das größtmögliche Potenzial aus den diskontinuierlichen Fasern geschöpft werden, wobei die übergeordneten Ziele lauten: Vermeiden von Downcycling und Eingliederung der Technologie in bestehende Verarbeitungsprozesse. Als Alleinstellungsmerkmal gegenüber Endlosfasertapes bieten Stapelfasertapes die Besonderheit, dass Einzelfasern nach Überschreiten der Polymerschmelztemperatur gegeneinander abgleiten können. Bei der Ablage im gekrümmten Pfad kann dieser Effekt gezielt genutzt werden um die neutrale Faser zu verschieben um letztendlich Ondulationen und lokale Spannungsspitzen zu vermeiden. Prozesstechnisch werden besondere Anforderungen an die Fördereinheit und die Wärmequelle des Ablegekopfes gestellt, weshalb im Rahmen des Forschungsprojekts ein spezieller Endeffektor entwickelt wird.

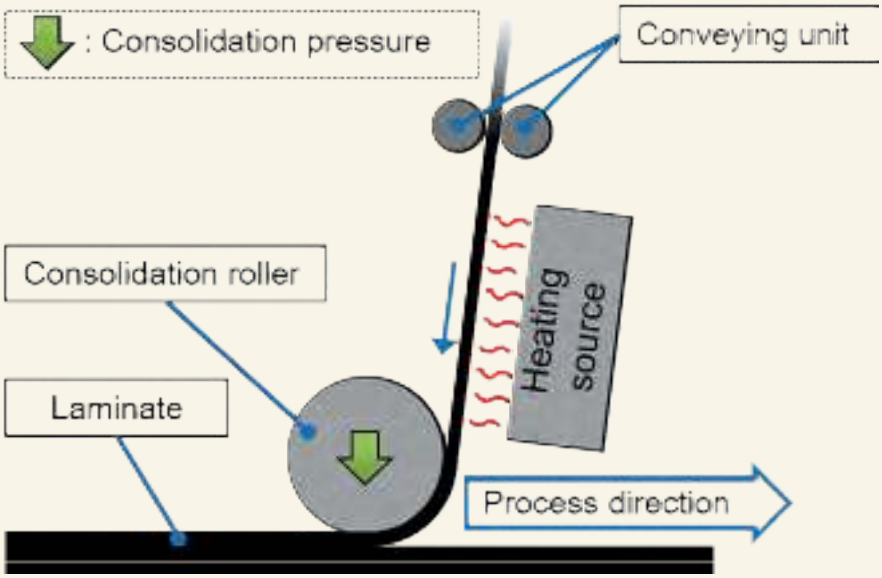
Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektpartner / *Partner:*
Automation Steeg und Hoffmeyer GmbH

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

Endeffektor zum Ablegen von Kurzfaser-Tapes

Scheme of the end effector to deposit short fiber tapes



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

CarboSteer – Effective Recycling of Carbon Fibers

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

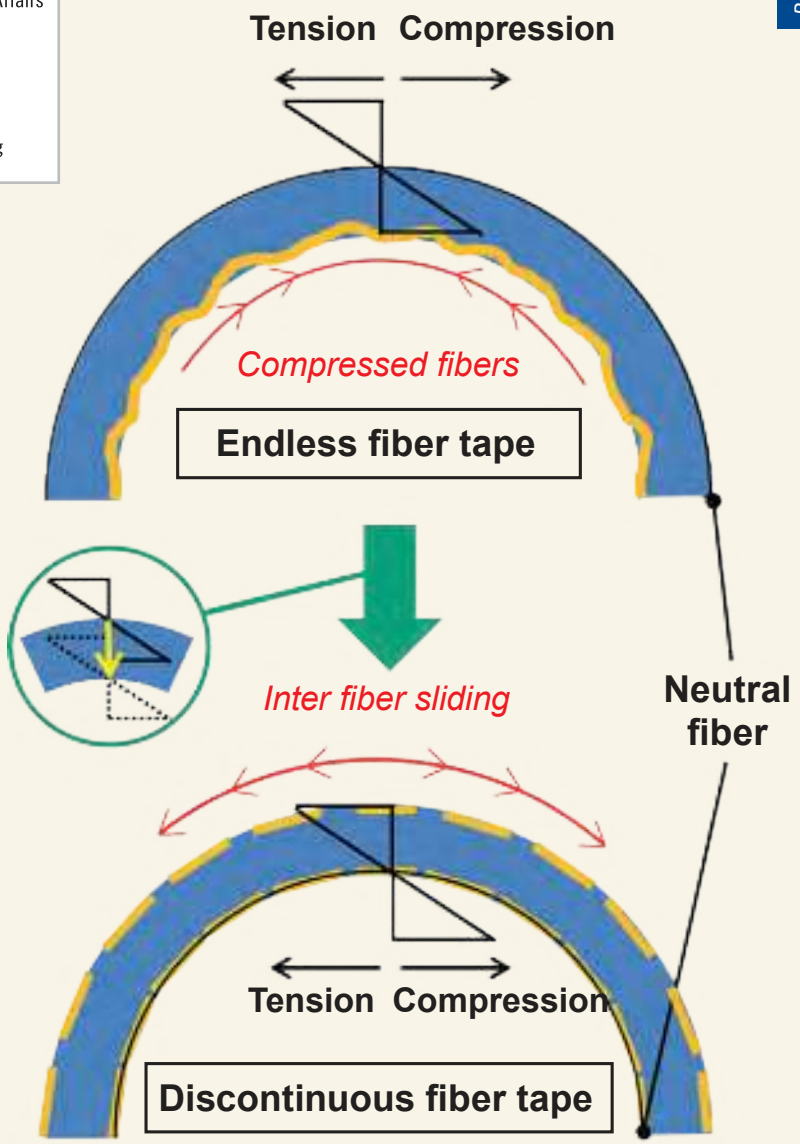
Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

In the research project CarboSteer a new process technology to recycle carbon fibers and to reuse the material in high performance parts is investigated. In a first step, co-mingled yarns comprising both carbon fibers and polymer fibers, are processed to unidirectional tapes with a high fiber orientation in order to achieve best possible mechanical properties. Accordingly, the overall aim is to avoid downcycling and to apply this technology in established manufacturing methods. As a unique feature compared to endless fibers, discontinuous fibers can slide against each other, when polymer melting temperature range has been passed. When depositing fiber tapes in a curved path (steering), this effect can be used to relocate the neutral fiber to avoid local stress and ondulations. In terms of process technology, special requirements on conveying and heating the staple fiber tapes are evident. Therefore, a customized depositing head is being developed in the scope of this project.

The aim of this research project is the effective recycling of carbon fibers in the integrated process of automated tape laying and stamp-forming. Therefore, a special end effector to deposit staple fiber tapes is being designed.



Faserabgleiten und Verschiebung der neutralen Faser des Kurzfaser-Tapes

Inter fiber sliding and relocation of neutral fiber of short fiber tapes

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

sonja.adler@ivw.uni-kl.de

CFC – Carbonfasern im Kreislauf

Sonja Adler

Die zunehmende Verbreitung von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) stellt Branchen wie Automobil, Luftfahrt und Bauwesen vor Herausforderungen. Grund ist der Anstieg an Produktions-, Verarbeitungs- und End-of-Life-Abfällen und die daraus resultierenden strengeren politischen Regularien mit dem Ziel einer Kreislaufwirtschaft. Neue Recycling- und Entsorgungsprozesse müssen gemeinsam mit der Abfallwirtschaft entwickelt und untersucht werden, um nachteilige Einflüsse auf Mensch und Umwelt während der Herstellung, Verarbeitung und Entsorgung auszuschließen. Dieses Projekt erforscht, ob es zu einer Freisetzung von lungengängigen biobeständigen Stäuben während Produktions-, Bearbeitungs- sowie Recyclings- und Entsorgungprozessen von CFK-Bauteilen kommen kann und ob toxikologische Auswirkungen auf Mensch und Umwelt bestehen. Im Fokus stehen vor allem die thermische Behandlung sowie die mechanische Bearbeitung von neuwertigen und recycelten Kohlenstofffasern (CF/rCF). Das Ziel ist, Handlungsempfehlungen zum sicheren Umgang bei der Herstellung, der Bearbeitung, dem Recycling und der Entsorgung von CF/CFK und rCF/rCFK abzuleiten.

Der Fokus der Arbeiten am IVW liegt sowohl auf der Herstellung und mechanischen Bearbeitung von CFK und rCFK als auch auf der Charakterisierung des Bruchverhaltens der Fasern und der emittierten Faserstäube.

Projektpartner / *Partners:*

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT):
Institut für Biologische und Chemische Systeme - Biologische Informationsprozessierung (IBCS-BIP)
Institut für Technische Chemie (ITC) (Koordinator)
Institut für Angewandte Biowissenschaften (IAB)

PALAS GmbH

RWTH Aachen, Lehr-und Forschungsgebiet Technologie der Energierohstoffe (TEER)

VITROCELL Systems GmbH

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Das Projekt „CarbonFibreCycle (CFC) – Carbonfasern im Kreislauf – Freisetzungsverhalten und Toxizität bei thermischer und mechanische Behandlung“ wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (Förderkennzeichen 03XP0195C).

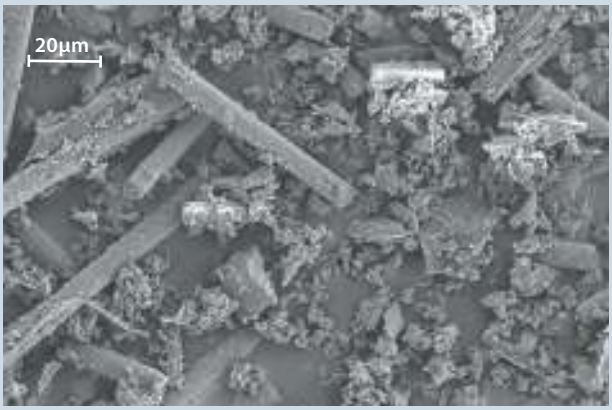
CFC – Carbon Fibers in a Cycle

CNC-Frässtaub einer CF-Epoxid-Platte: rasterelektronische Aufnahme (REM) des Faser-Matrix-Gemisches

CNC-Milling dust of a CF-epoxy-sheet: scanning electron microscopy (SEM) of fiber-matrix mixture

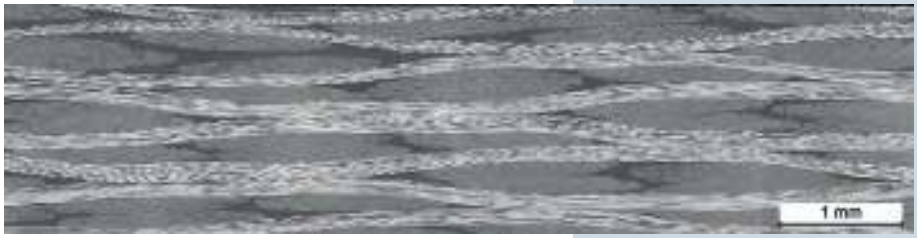
The increase of carbon fiber reinforced polymers (CFRP) implies challenges for automotive, aerospace and construction industry. Reason for that is the associated rise in production, processing and end-of-life waste as well as the stricter political regulations with the aim of a circular economy. New recycling and disposal processes must be investigated and developed together with the waste management, in order to prevent negative impacts on human health and environment during production, processing and disposal. During the life cycle of a CFRP component, production and processing steps as well as recycling and disposal processes can lead to the release of respirable bio-resistant dusts. In this project, toxicological effects on humans and the environment are investigated, with a focus on the thermal treatment and mechanical processing of new and recycled carbon fibers (CF/rCF). The objective is to derive recommendations for safe handling during production, processing, recycling and disposal of CF/CFRP and rCF/rCFRP.

IVW's focus is on production and mechanical processing of CFRP and rCFRP as well as on characterization of materials and the fiber dusts emitted during the process.



Aufgereinigter CNC-Frässtaub: REM von separierten Kohlenstofffaserbruchstücken zur weiteren Untersuchung des Bruchverhaltens

Purified CNC-Milling dust: SEM of separated carbon fiber fragments for further investigation of the fracture behavior



Lichtmikroskopische Aufnahme des Querschnittes einer CF-Epoxid-Platte

Light microscopy of a cross section of a CF-epoxy-sheet

SPONSORED BY THE

Federal Ministry of Education and Research

on the basis of a decision by the German Bundestag

The project "CarbonFibreCycle (CFC) – Carbon Fibers in a Cycle – Release Behavior and Toxicity Properties of Carbon Fibers during Thermal Treatment and Mechanical Processing" is funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) (funding reference 03XP0195C).

florian.mischo@ivw.uni-kl.de

Chara-TPC – Charakterisierungsmethoden für thermoplastische Composites

Florian Mischo

Verbundwerkstoffe mit thermoplastischer Matrix, sogenannte thermoplastische Composites (TPC), werden aufgrund ihres Leichtbaupotenzials zunehmend in Schlüsselindustrien eingesetzt. Sie bieten durch ihre Wiederaufschmelzbarkeit und geringe Zykluszeiten die Möglichkeit, einen wichtigen Beitrag für die Umweltverträglichkeit und die Wettbewerbsfähigkeit neuer Produkte zu leisten. Eine besondere Rolle nehmen endlosfaserverstärkte thermoplastische Composites (eTPC) ein, die sich aufgrund ihrer hervorragenden mechanischen Eigenschaften zum Einsatz in strukturell tragenden Bauteilen besonders eignen. Anwendungshemmnisse stellen jedoch das häufige Fehlen vollständig vergleichbarer und effizient ermittelter Werkstoffkennwerte dar, im Besonderen für auslegungsrelevante komplexe Belastungsfälle. Das Projekt Chara-TPC erarbeitet die erforderlichen Prüfmethoden zur effizienten Charakterisierung von kurzzeitdynamischen, mehraxialen und Langzeitbelastungen von Hochleistungsbauteilen aus eTPC sowie Verbindungsstellen von Hybridbauteilen mit eTPC. Diese werden an zwei industrierelevanten Referenzmaterialien simulativ und experimentell optimiert und validiert. Um die Hürden des Einsatzes von eTPC weiter zu senken, wird sich zudem mit dem für die Charakterisierung relevanten Thema der Probenpräparation und Plattenfertigung beschäftigt.

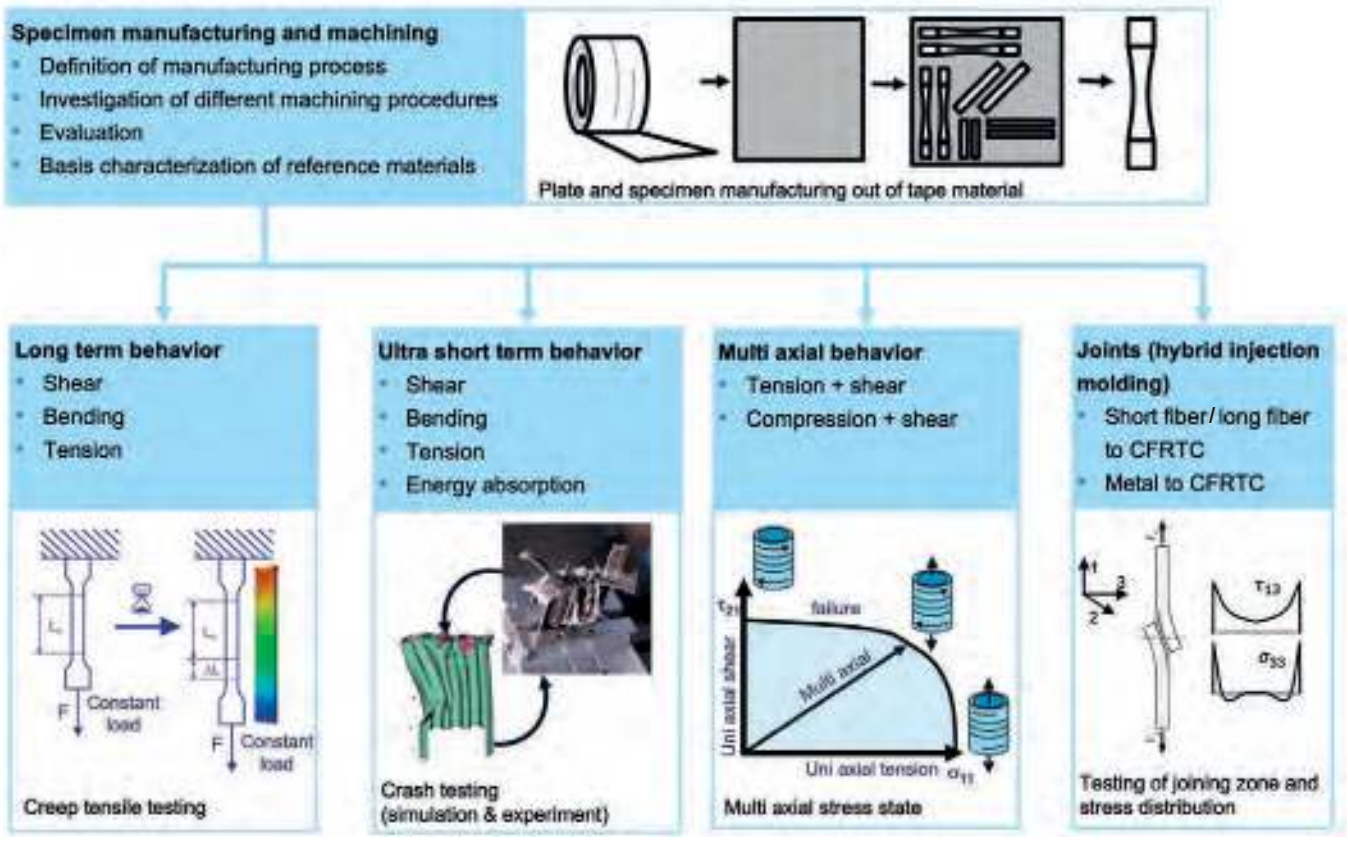
Das Chara-TPC Projekt entwickelt neue, effiziente Charakterisierungsmethoden für komplexe Belastungsfälle von eTPC zur Generierung von vergleichbaren Materialkennwerten. Dadurch können das mechanische Potenzial dieser Werkstoffklasse ausgeschöpft und die Hürden für eine Großserienanwendung gesenkt werden.

Prüfung des Kurzzeitverhaltens von eTPC

Testing of short term behavior of CFRTC

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

Chara-TPC – Characterization Methods for Thermoplastic Composites



Projektstruktur und -Inhalte

Project content and structure

Composites with a thermoplastic matrix, so-called thermoplastic composites (TPC), are increasingly used in key industries due to their lightweight construction potential. With their re-meltability and short cycle times, they offer the opportunity to make an important contribution to the environmental compatibility and competitiveness of new products continuous fiber-reinforced thermoplastic composites (CFRTC) are playing a special role. Because of their excellent mechanical properties, they are particularly suitable for use in structural load-bearing components. However, obstacles to application are the frequent lack of fully comparable and efficiently calculated material properties, in particular for design relevant complex load cases. The Chara-TPC project develops the necessary test methods to characterize short-term dynamic, multi-axial and long-term loads of high performance components out of CFRTC as well as joints of hybrid components with CFRTC. These will be optimized and validated on two industry-relevant reference materials in simulations and experiments. In order to further lower the barriers to the use of CFRTC, the topic of sample preparation and plate manufacturing, which is relevant for characterization, will also be addressed.

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

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

DamageDict – Simulative Schädigungsvorhersage von Gelege-Laminaten

Tim Schmidt

Christian Becker

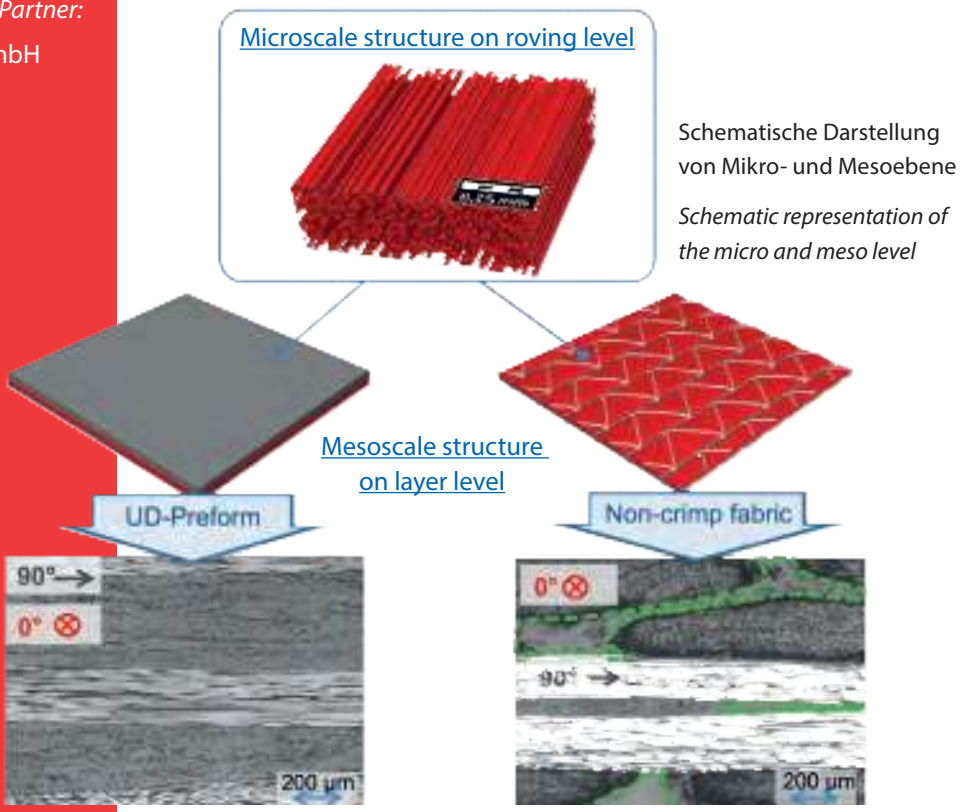
christian.becker@ivw.uni-kl.de tim.schmidt@ivw.uni-kl.de

Eine bestmögliche Werkstoffausnutzung führt nicht nur zu einer Ressourceneinsparung, sondern ebenfalls zu einer besseren Ausnutzung des Leichtbaupotentials der Bauteile. Für diese Auslegung muss zum einen das Versagensverhalten des Werkstoffs genau verstanden und untersucht werden und zum anderen die entsprechenden Festigkeitsgrenzen genau bestimmt werden. Speziell bei Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) stellt dies den Konstrukteur vor große Herausforderungen. Zwar gibt es mittlerweile eine Fülle an verschiedenen Festigkeitskriterien, doch bringen diese noch einige Probleme mit sich. Einfach anzuwendende Kriterien, wie z.B. der maximalen Spannung oder Dehnung, sind zu ungenau und werden den unterschiedlichen Versagensmoden der Verbundwerkstoffe nicht gerecht. Hingegen kann z.B. das Wirkebenenkriterium von Puck das Versagen von FKV-Strukturen sehr gut vorhersagen - dafür ist es in der Anwendung sehr komplex und benötigt im Vorfeld einen sehr hohen experimentellen Prüfaufwand, um alle notwendigen Materialparameter für das Kriterium zu ermitteln.

Ziel des Projektes DamageDict ist es ein Simulationstool zu entwickeln, welches bei geringem Versuchsaufwand das Versagen von Verbundwerkstoffen zielsicher vorhersagt. Beginnend auf der Mikroebene wird die Interaktion von Faser und Matrix simuliert und die Rissinitiierung auf kleinster Ebene untersucht. Anhand dieser Daten wird ein Finite-Elemente-Modell auf Mesoebene (Lagenebene) erstellt, mit dem eine Vorhersage für das Versagen des Faser-Kunststoff-Verbundes getroffen werden kann.

MATH 2 MARKET

Projektpartner / *Partner:*
Math2Market GmbH



Schematische Darstellung von Mikro- und Mesoebene

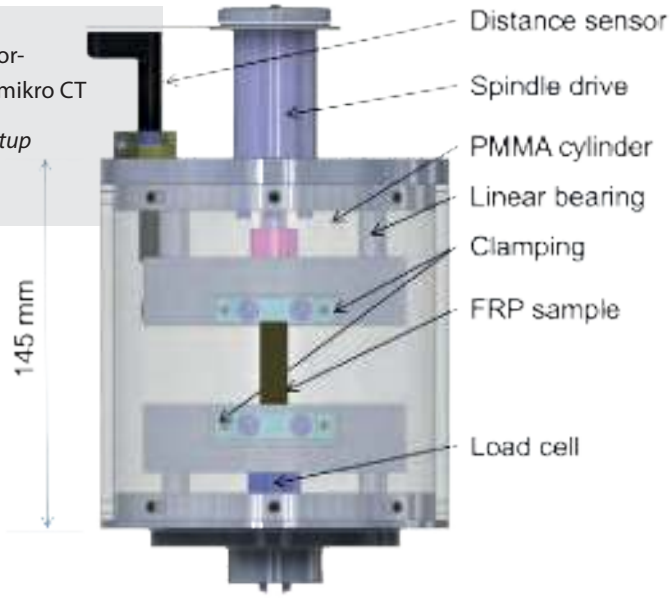
Schematic representation of the micro and meso level

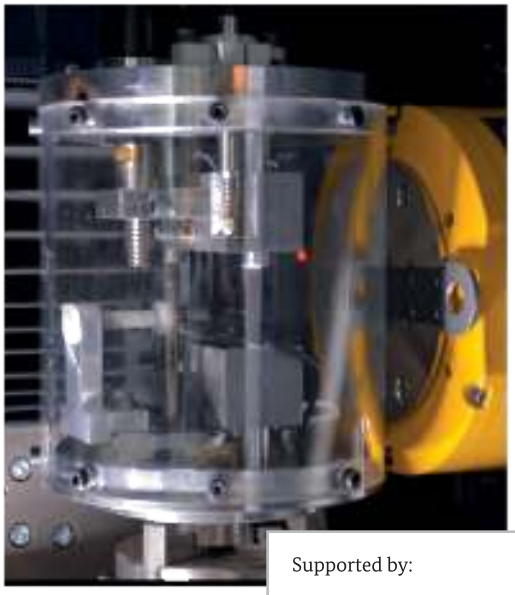
Das Projekt „DamageDict – Simulative Schädigungsvorhersage von Gelege-Laminaten auf Basis von Materialmodellen auf Mikroebene“ wird durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052328LF9).

DamageDict – Simulative Damage Prediction of Scrim Laminates

In-situ Prüfvorrichtung im mikro CT

In-situ test setup in micro CT

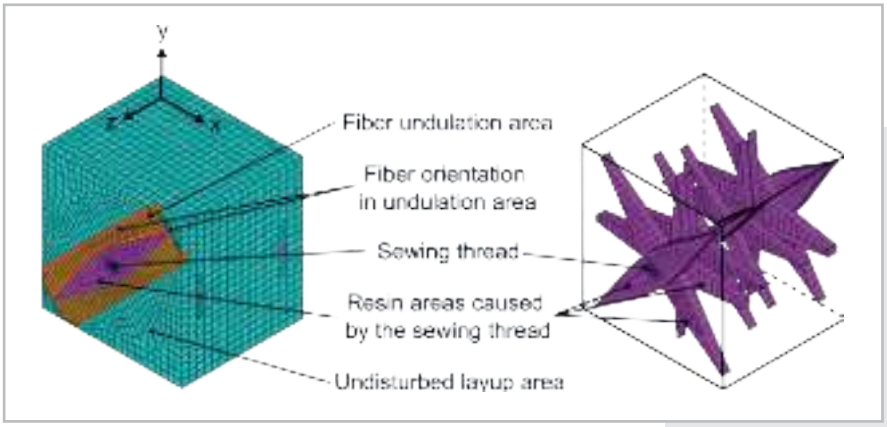




Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag



Einheitszellenmodellierung eines strukturell vernähten Laminates

Unit cell modeling of a structurally sewn laminate

Resource saving and adequate use of the lightweight construction potential of the components are the envisioned result of the optimal use of materials. For this, the failure behavior of the material must be precisely understood and examined, and the corresponding strength limits must be accurately determined. This presents major challenges for the designer, especially with fiber reinforced polymers (FRP). Although there are plenty of different strength criteria, these still represent a challenge. Easy-to-use criteria, such as maximum stress or strain, are too imprecise and underrate the different failure modes of composite materials. On the other hand, the active level criterion of Puck, that can predict the failure of FRP structures with certainty, is very complex to use and requires considerable experimental testing in advance to determine all necessary material parameters for the criterion.

The aim of the DamageDict project is to develop a simulation software tool that accurately predicts the failure of composite materials with little experimental effort. Starting at the micro level, the interaction of fiber and matrix is simulated, and crack initiation is examined at the smallest level. Based on this data, a finite element model is designed at the meso level (layer level) that allows prediction of the failure of the FRP.

The project "DamageDict – Simulative Damage Prediction based on Material Models at Micro Level for Scrim Laminates" is funded by the central innovation program (ZIM) of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052328LF9).

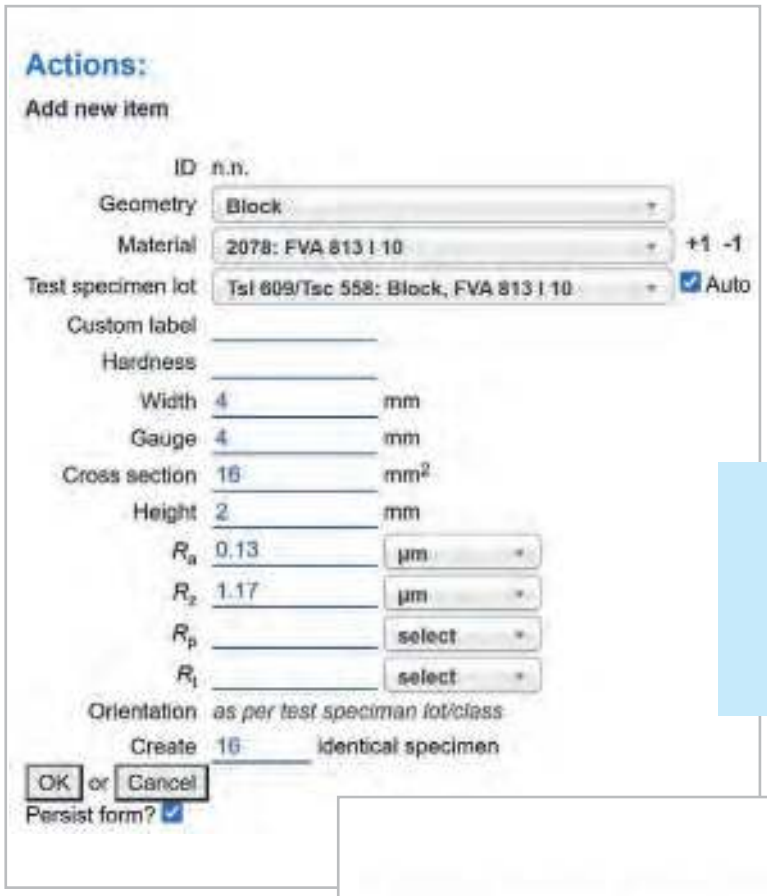
andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de

Data Modeling – Information Management & Workflow Digitalization

Andreas Gebhard

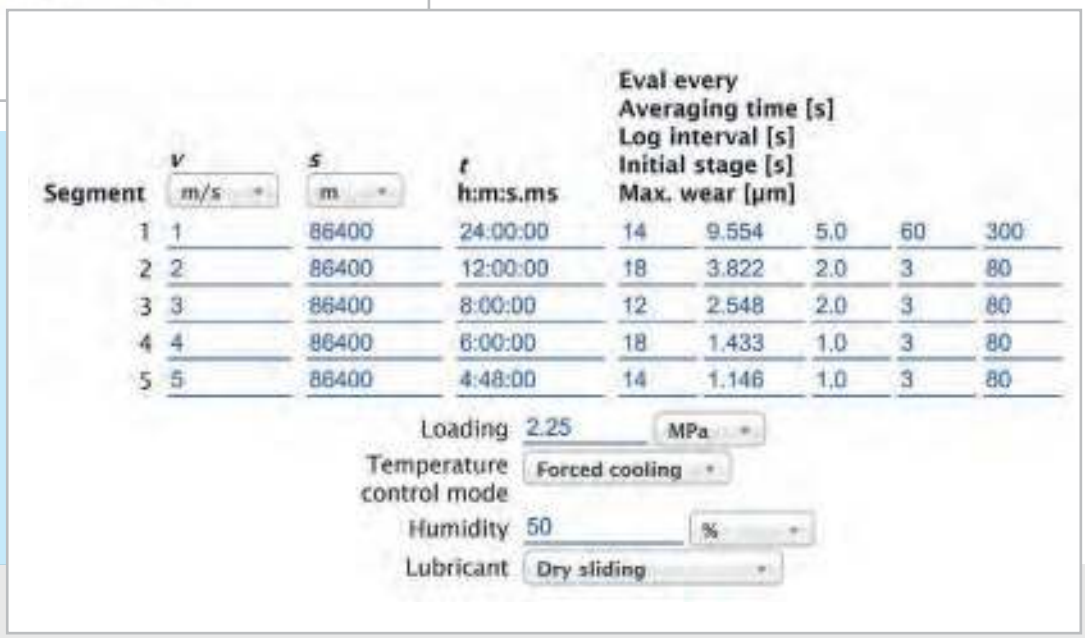
Labor-Informationssysteme (LIS) erfüllen eine Vielzahl an Aufgaben. Zu ihren wichtigsten gehören die Identifikation von Prüfkörpern, das Speichern von Versuchsergebnissen und -metadaten sowie die Verwaltung von Messdaten. Auch die erstmalige Herstellung und die dauerhafte Aufrechterhaltung der logischen Verknüpfung zwischen diesen Informationsarten sowie die dauerhafte Sicherheit und Richtigkeit gehören zu den Aufgaben solcher Systeme. Um den eigenen Forschungsarbeiten diese wichtigen Funktionalitäten, die bisher von Menschenhand ausgeführt wurden, auf bisher unerreichtem Niveau zur Verfügung stellen zu können, entwickelt und betreibt das Kompetenzfeld Tribologie deshalb ein entsprechendes LIS namens „ATLAS“. Der inhaltliche Fokus liegt hierbei auf der Modellierung von Objekten („Prüfkörper“), Konzepten („Versuch“) und Prozessen („Probenvorbehandlung“). Weiterhin wird an der Digitalisierung von Arbeitsabläufen im Tribolabor gearbeitet, z.B. an der automatischen und digitalen Parametrierung von Prüfmaschinen sowie an der automatisierten Messdatenübertragung, -speicherung und -auswertung.

Zur Verbesserung von Qualtität und Kapazität seines Labors entwickelt das Kompetenzfeld Tribologie ein eigenes Labor-Informationssystem.



Computergestützte Prüfkörperverwaltung:
Formular zur Erstellung eines neuen Prüfkörper des Typs „Block“

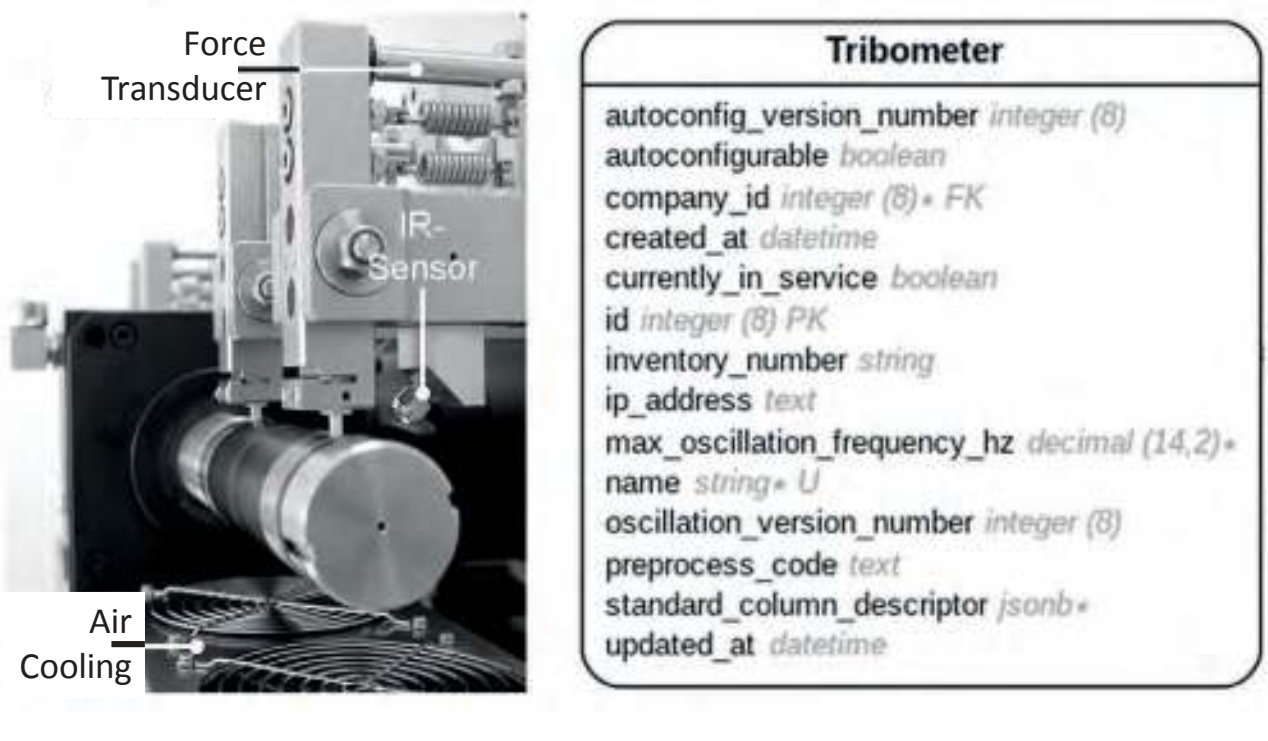
Computer-aided test specimen management:
Form for creating a new test specimen of the ‘block’ type



Computergestützte Testplanung:
Formular zur Erstellung eines Multisegment-Versuchs mit 5 Temperaturstufen zu je 4 Stunden Einzeldauer

Computer-aided test planning:
Form for the creation of a multi-segment test with 5 temperature levels of 4 hours each

Data Modeling – Information Management & Workflow Digitalization



Block auf Ring-Tribometer (links) und eine Repräsentation seines digitalen Modells (rechts)

Block-on-ring tribometer (left) and a representation of its digital model (right)

Laboratory information systems (LIS) fulfill a variety of tasks. Among the most important of these are the identification of test specimens, the storage of test results and metadata, and the management of measurement data. The initial establishment and permanent maintenance of logical links between these types of information as well as permanent safety and accuracy are also among the tasks of such systems. In order to make these important functionalities, which have so far been performed by human staff, available to its own research work at a level never achieved before, the competence field Tribology develops and operates a corresponding LIS called "ATLAS". The main fields of work are the modeling of objects ("test specimen"), concepts ("test") and processes ("sample pretreatment"). Furthermore, work is being done on the digitalization of workflows in the tribological laboratory, e.g. on the automatic and digital parameterization of testing machines and on the automated transmission, storage and evaluation of measurement data.

To improve the quality and capacity of its laboratory, the competence field Tribology is developing its own laboratory information system.

bjoern.willenbacher@ivw.uni-kl.de

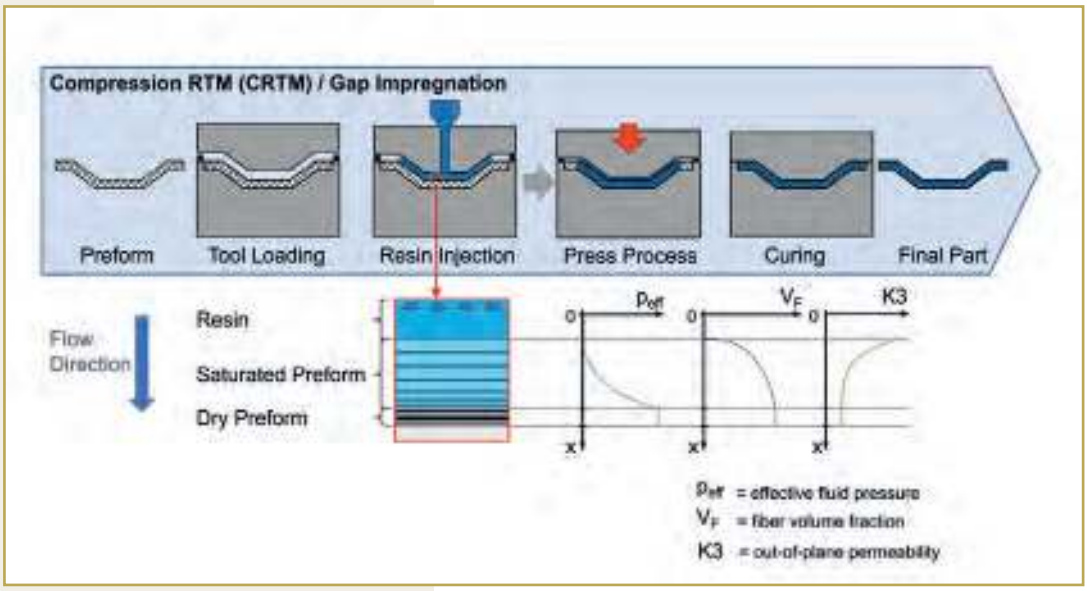
Dickenpermeabilität von Verstärkungsstrukturen bei Hochdruckanwendungen

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 in Dickenrichtung vorsehen, wie das Compression Resin Transfer Molding. Hierbei erfordert eine effiziente Prozessauslegung ein Verständnis für das textile Imprägnierverhalten in Dickenrichtung. Dieses beinhaltet dabei neben der Permeabilität, also der Durchlässigkeit für die fluide Strömung, auch Effekte der hydrodynamischen Kompaktierung. Um Grundlagenuntersuchungen zum Imprägnierverhalten zu ermöglichen wurde in einem vorangegangen DFG-Projekt bereits ein entsprechendes Messsystem entwickelt, welches die Dickenimprägnierung eines textilen Lagenaufbaus bis zu einem maximalen Injektionsdruck von 10 bar ermöglicht. Im gleichen Projekt wurde ein Messsystem zur Bestimmung des Kapillardrucks in Dickenrichtung entworfen. Um den Anforderungen einer Serienfertigung mit immer kürzeren Taktzeiten gerecht zu werden, liegen die Prozessdrücke heute jedoch oftmals noch höher. In diesem Fortsetzungsprojekt wird daher aktuell ein Messsystem entwickelt, welches dazu in der Lage ist, die Dickenpermeabilität und hydrodynamische Kompaktierungseffekte bei Hochdruckanwendungen bis 200 bar zu bestimmen. In begleitenden Studien an einer Hochgeschwindigkeits-Universalprüfmaschine wird das dynamische Kompaktierungsverhalten von Textilien bei Kompaktierungsgeschwindigkeiten bis zu 4.800 mm/min untersucht. In diesem Zusammenhang kooperiert das IVW eng mit der ETH-Zürich, an der ein Simulationsmodell für die textile Imprägnierung entwickelt wird.

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

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

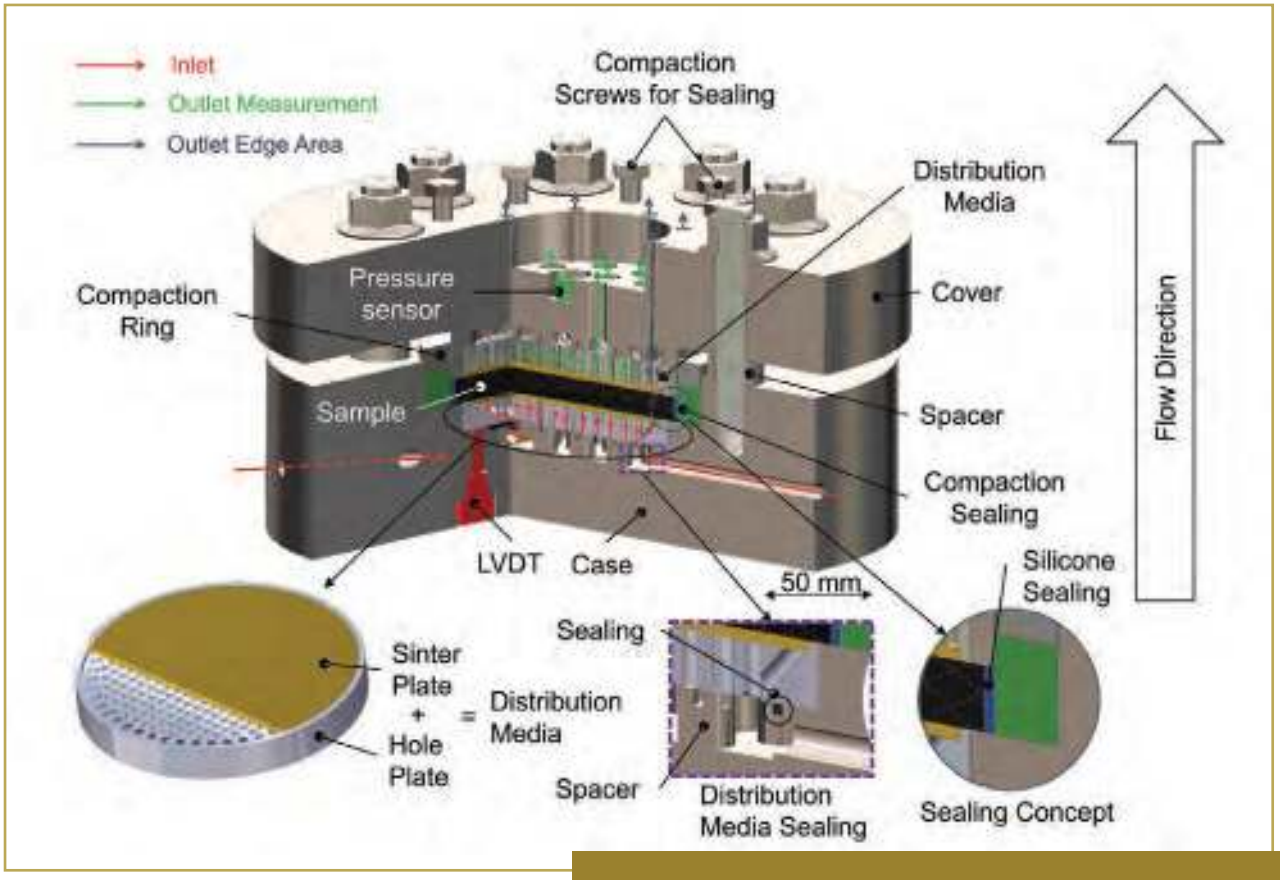


Hydrodynamische Kompaktierung eines textilen Lagenaufbaus infolge einer Imprägnierung in Dickenrichtung

Typical application, in which the textile reaction is required for the process design during impregnation in out-of-plane direction

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

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



CAD-Modell des Messsystems zur Bestimmung der Textilreaktionen bis 200 bar Injektionsdruck

Principal design of the measurement system for textile behavior determination up to 200 bar injections pressure

Liquid Composite Molding processes are particularly suitable for the fast and cost-efficient production of high-performance composite components. This is particularly true for modern process variants that provide a through-thickness impregnation, such as Compression Resin Transfer Molding. For these processes, an efficient process design requires an understanding of the textile impregnation behavior in out-of-plane direction. In a previous DFG project a test rig allowing the monitoring of the textile reaction to through-thickness impregnation up to a max. pressure of 10 bar was developed. In the same project, a measuring system for determining the capillary pressure in the thickness direction was designed. Yet, in order to achieve shorter and shorter cycle times, resin injections are carried out with even higher pressures. Hence, in this follow-up project, a measuring system is currently being developed, which is capable of determining out-of-plane permeability and hydrodynamic compacting effects at injection pressures up to 200 bar. Additionally, the textile behavior is investigated by means of dynamic compaction tests at compacting velocities of up to 4,800 mm/min. In this context IVW closely co-operates with ETH-Zürich, which is developing a simulation model for the textile impregnation.

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

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

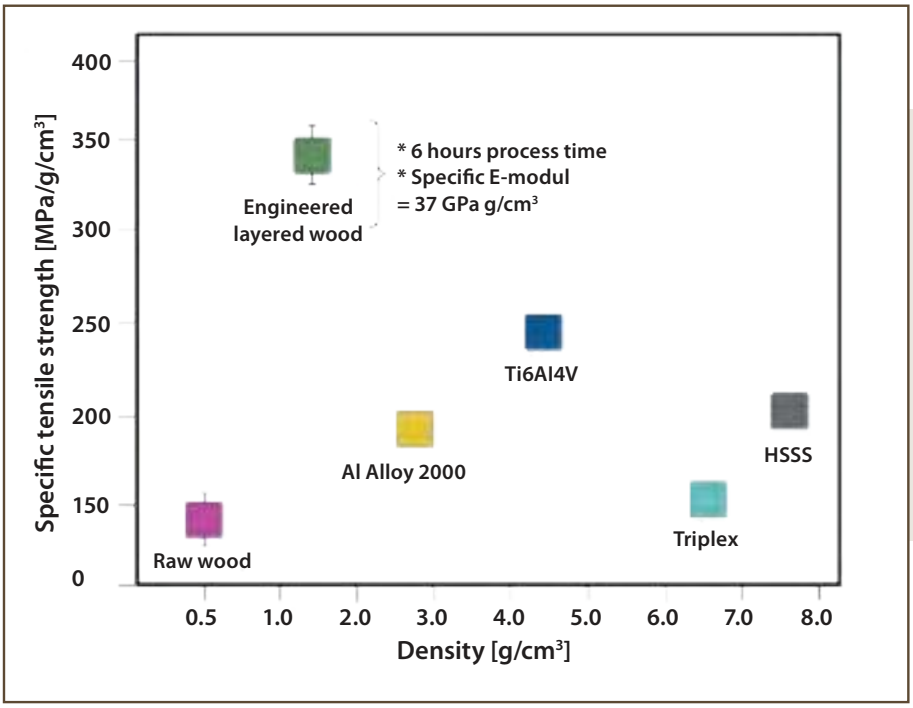
emmanuel.akpan@ivw.uni-kl.de

Entwicklung eines nachhaltigen und leistungsstarken Holzwerkstoffes

Emmanuel I. Akpan

Holz ist ein umweltfreundlicher, faserverstärkter Verbundwerkstoff, der sich neben einer hohen Verfügbarkeit und großen Gewichtsvorteilen, durch einen geringen Kohlendioxidausstoß eine lange Haltbarkeit, eine hohe mechanische Festigkeit und hohe Verfügbarkeit auszeichnet. Außerdem ist Holz kostengünstig, ungiftig sowie recyclingfähig. Allerdings ist dieser natürliche Werkstoff aufgrund seiner hohen Wasseraufnahme, der schlechten Dimensionsstabilität und den natürlich vorhandenen Inhomogenitäten nur in fortgeschrittenen Anwendungen einsetzbar, und dort auch nur begrenzt. Dank seiner hierarchischen Zellularstruktur besitzt dieser Verbundwerkstoff eine ausgezeichnete Massentransport- und Tragefunktion. Der hierarchische Aufbau – in Verbindung mit der komplexen makromolekularen Struktur – bietet zudem die Möglichkeit, Holz zu Hochleistungswerkstoffen zu verarbeiten. Behandeltes Holz wird in vielen Bereichen verwendet, unter anderem in Leichtbauanwendungen als auch z.B. im Bereich von thermischen und chemischen Energiespeichern. Holz findet zudem Verwendung als elektronisches Substrat zur umweltfreundlichen Altlastensanierung, als ionisches Nanofluidik-Bauteil sowie als Absorptionsmittel. Gegenwärtige Holzmodifikationstechniken verbrauchen eine beträchtliche Menge an giftigen Chemikalien, Energie und Wasser. Die meisten bringen dabei unerwünschte Oberflächenveränderungen in das Holz ein und erzeugen eine große Menge umweltschädlicher Abfallprodukte. Damit wird ein ursprünglich vollständig nachhaltiger Werkstoff in ein umweltschädliches und kostspieliges Material umgewandelt. Darüber hinaus leidet die Skalierbarkeit unter der schlechten und ungleichmäßigen Delignifizierung dicker Bauteilstücke. Ziel des Projektes ist daher die Entwicklung nachhaltiger Modifikationstechniken zur selektiven Delignifizierung von Holz mit Wasser und grünen Lösungsmitteln. Durch die Modifikation von bioinspirierten Nanokompositen und die Entwicklung einer sauberen und effizienten thermomechanischen Verarbeitungstechnik soll Holz multifunktional werden. Vorläufige Studien zeigen, dass eine 1-stündige Heißwasservorbehandlung von Lindenholz bei 160 °C eine Zeitersparnis von 75 % mit sich bringt, um den erforderlichen Ligningehalt mit Wasserstoffperoxid zu erreichen. Eine angemessene Kontrolle der Holzzusammensetzung und des Feuchtigkeitsgehalts führt zu einem Hochleistungsmaterial mit 2D-Formbarkeit bei gleichzeitiger Reduzierung der thermomechanischen Verarbeitungszeit um mehr als 80 %.

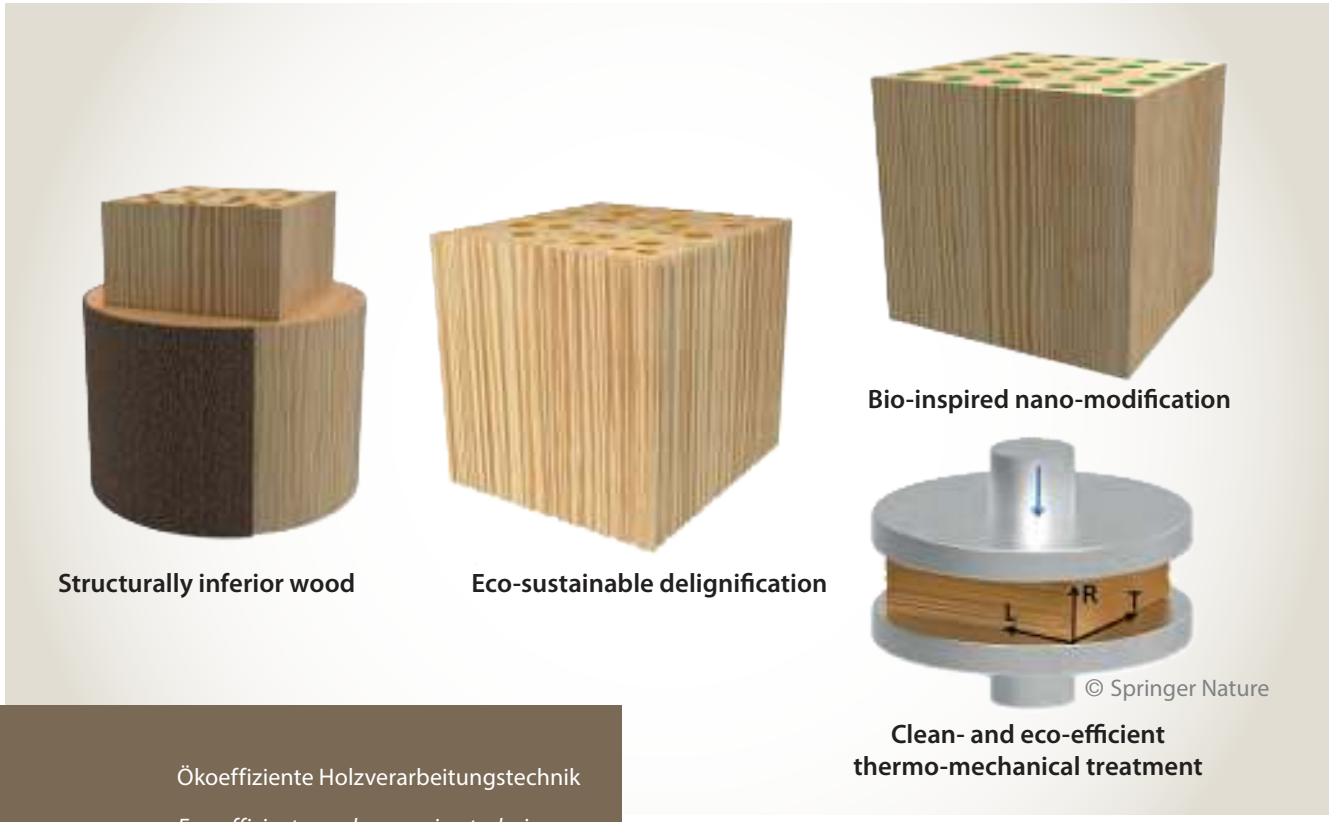
Ziel des Projekts ist die Entwicklung nachhaltiger und leistungsfähiger Holzwerkstoffe.



Spezifische Zugfestigkeit von Holzwerkstoffen im Vergleich zu Hochleistungsmetallen

Specific tensile properties of engineered layered wood compared to high performance metals

Development of Sustainable and High Performance Wood Based Material



Ökoeffiziente Holzverarbeitungstechnik

Eco-efficient wood processing technique

Wood is an eco-friendly fiber reinforced composite material that offers numerous advantages. In addition to carbon neutrality and lightweight, it is characterized by great durability as well as high mechanical strength and availability. It is also inexpensive, non-toxic and recyclable. However, due to high water absorption, poor dimensional stability, natural existing inhomogeneities and low resistance to biological attacks, wood cannot be used in advanced applications. Thanks to its hierarchical cellular structure, wood has excellent mass transport and load bearing capabilitites. This hierarchical structure, in combination with its complex macromolecular structure offers the possibility for wood to be processed into high performance materials. Processed wood has a very wide application spectrum, including; lightweight structures, thermal and chemical energy storage devices, substrates for environmental remediation, ionic nano-fluidic devices, and absorbents. Current wood modification techniques use substantial amounts of toxic chemicals, energy, and water. Most of them introduce unwanted chemical structures into the wood and also generate a large amount of waste products which are harmful to the environment. This turns an entirely sustainable material into a non-environmentally friendly and costly material. In addition, the process is not scalable because of poor and uneven delignification of thick sections. The aim of this project is the development of sustainable modification techniques for the selective delignification of wood with water and green solvents. Through bio-inspired modification of nanocomposites and the development of a clean and efficient thermomechanical processing technique, wood should become multifunctional. Preliminary studies show that prior hot water pre-treatment of lime wood at 160°C for 1 hour saves 75% of the time to reach the required lignin content with hydrogen peroxide. Adequate control of wood composition and moisture content give rise to a high performance material. This material is 2D shape formable with more than 80% concurrent reduction in thermo-mechanical processing time.

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

Fixter – Entwicklung von Sternumverschluss-Implantaten (PEEK)

Thomas Pfaff

Florian Schimmer

florian.schimmer@ivw.uni-kl.de thomas.pfaff@ivw.uni-kl.de

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

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

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

Spannungsverteilung eines Teils des Fixter-Verschlusssystems

Stress distribution of one part of the Fixter closure system

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

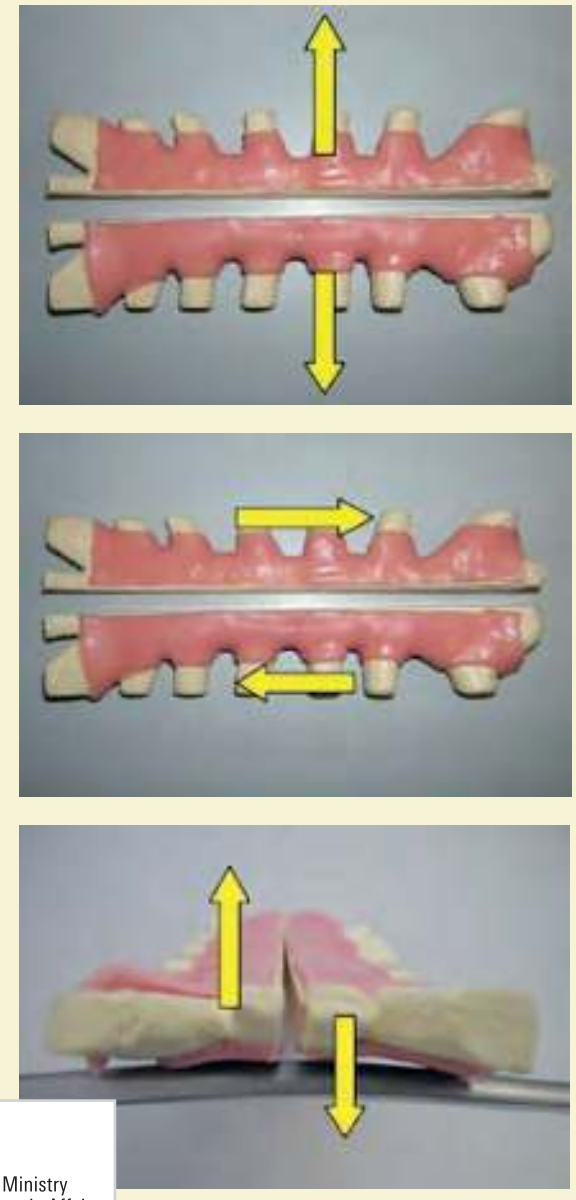
Fixter – Development of Sternal Closure Implants (PEEK)

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

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

Beispielhafte Lastfälle zur biomechanischen Beurteilung des Fixter Verschlusssystems

Exemplary load cases for the biomechanical evaluation of the Fixter closure system



EUREKA innovation across borders

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

The EUREKA project "Fixter – Design and Development of a High-Performance Solution to fix the Sternum" is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052324AJ8).

martin.gurka@ivw.uni-kl.de

HARVEST

Martin Gurka

HARVEST ist ein ehrgeiziges Projekt zur Entwicklung eines multifunktionalen Faserverbundwerkstoffes. 11 Partner aus ganz Europa sind dabei ein sicheres, wirtschaftliches und umweltfreundliches Strukturmaterial mit zusätzlichen Funktionalitäten zu versehen. Thermoelektrische Energiewandlung (TEG), die Eigenschaft daraus gefertigte Strukturen zu überwachen (SHM) und die Möglichkeit einer Reparierbarkeit bieten speziell der Luft- und Raumfahrt einen interessanten Zusatznutzen. Die Partner decken dabei die gesamte Wertschöpfungskette von faserverstärkten Kunststoffen (FVK), von der Materialforschung bis zur Produktionstechnik sowie der Applikationsentwicklung, ab. Um den Weg für innovative Anwendungen zu ebnen wird außerdem ein Prototyp eines elektronischen Schaltungsmoduls entwickelt, um die neu implementierten Funktionalitäten zu demonstrieren. HARVEST-Demonstratoren mit der TEG-Fähigkeit, einem autonomen SHM, sowie der Möglichkeit der Selbstreparatur führen dazu:

- dass Flugzeuge die Umwelt deutlich weniger belasten,
- die Sicherheit im Transportsektor gesteigert wird
- und die Wettbewerbsfähigkeit und die Nachhaltigkeit der europäischen Luft- und Raumfahrt- und Nanomaterialienbranche gesteigert werden.

Der neuartige Verbundwerkstoff kombiniert bioinspiriertes hierarchisches Thermoelectric Energy Generating (TEG) auf der Materialebene sowie Carbonfaser (CF)-Verstärkungen mit einem selbstreparierbaren duroplastischen Matrixsystem (3R-Technologie). Die „hierarchische“ Verstärkung wird aus mikrometergroßen CF bestehen, die mit nanoskaligen Partikeln beschichtet sind.

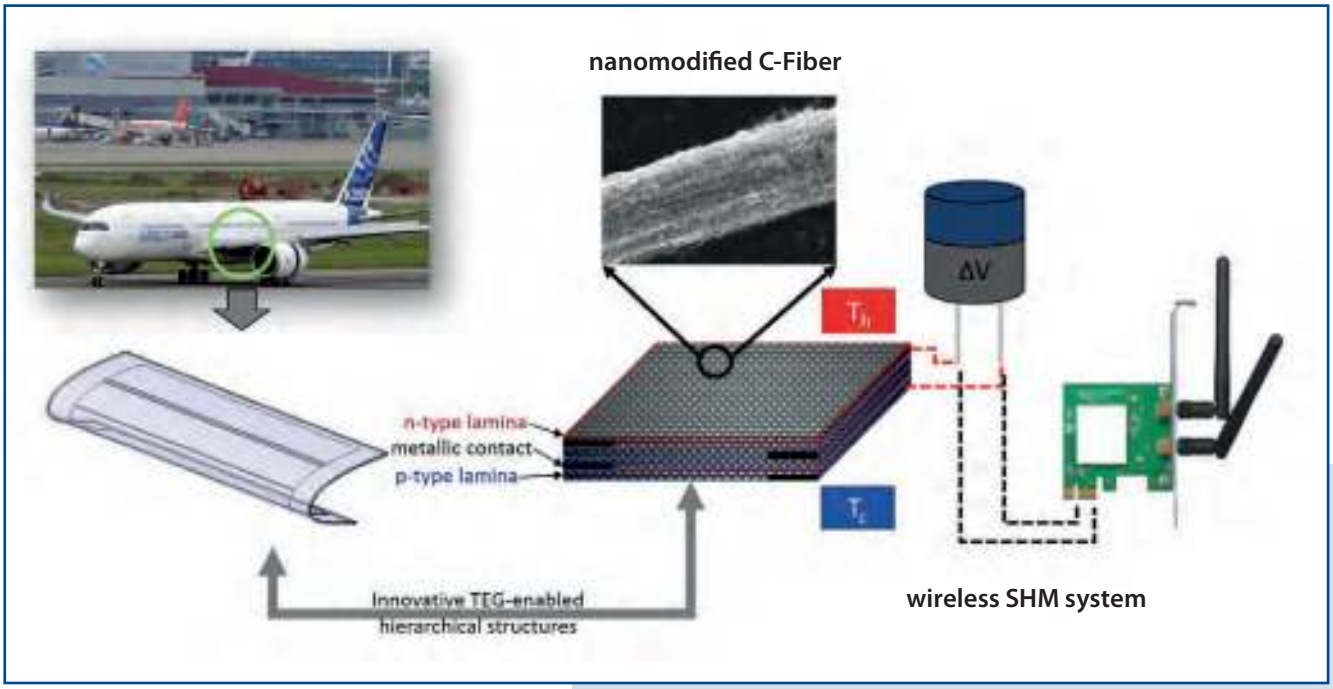
Das IVW konzentriert sich auf die zerstörungsfreie Charakterisierung, die mechanische und funktionale Prüfung des TEG-fähigen Laminats und die Implementierung von Techniken zur Überwachung des Strukturzustands.

www.harvest-project.eu

Projektpartner / *Partners:*
AIRTIFICIAL SA – Spain
B&T Composites SA – Greece
FOM Technologies A/S – Denmark
Fundacion CIDETEC – Spain
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH – Germany
Nanocyl SA – Belgium
SONACA SA – Belgium
Steinbeis Advanced Risk Technologies – Germany
Teletel SA – Greece
University of Ioannina – Greece (Coordinator)
University of Padova – Italy

Dieses Projekt wird durch das Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizont 2020” der Europäischen Union finanziert (Förderkennzeichen 769140).

HARVEST



Hierarchische nanomodifizierte Komposite, die thermische Energie in elektrische Energie umwandeln, um strukturelle Überwachungssysteme zu betreiben

Hierarchical nanomodified composites that convert thermal energy into electrical energy to power structural monitoring systems

HARVEST is an ambitious project, aiming at providing the aerospace sector with a safer, more economic and environmentally friendly structural material. 11 collaborating partners from all over Europe develop multifunctional composite materials capable of energy harvesting, structural health monitoring (SHM) and self-repairing, covering the entire value chain of fiber reinforced plastics (FRPs) so as to provide novel FRPs capable of harvesting and storing thermoelectric energy. In addition, to pave the way for innovative applications a prototype electronic circuit module so as to power SHM inherent functionalities and provide information on the structural health of the components will be developed.

HARVEST demonstrators with TEG capability, autonomous SHM, self-repairing and self-powering capabilities, will result in:

- *a substantial decrease of the environmental impact of aircrafts,*
- *an enhancement of the safety in the transport sector*
- *and an increase of competitiveness, sustainability and growth for the European aerospace & nanomaterials sectors.*

The novel composite material combines bio-inspired hierarchical Thermoelectric Energy Generating (TEG) carbon fiber (CF) reinforcements with a self-repairable thermoset matrix systems (3R technology). The "hierarchical" reinforcement will be made of micron-scale CF coated with nano-scaled particles.

IVW is focusing on non-destructive characterization, mechanical and functional testing of the TEG enabled laminate and the implementation of structural health monitoring techniques.

This project receives funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 769140.

Hypersaddle – High Performance Fahrradsattel in Hybridbauweise

Tim Schmidt

Torsten Heydt

tim.schmidt@ivw.uni-kl.de

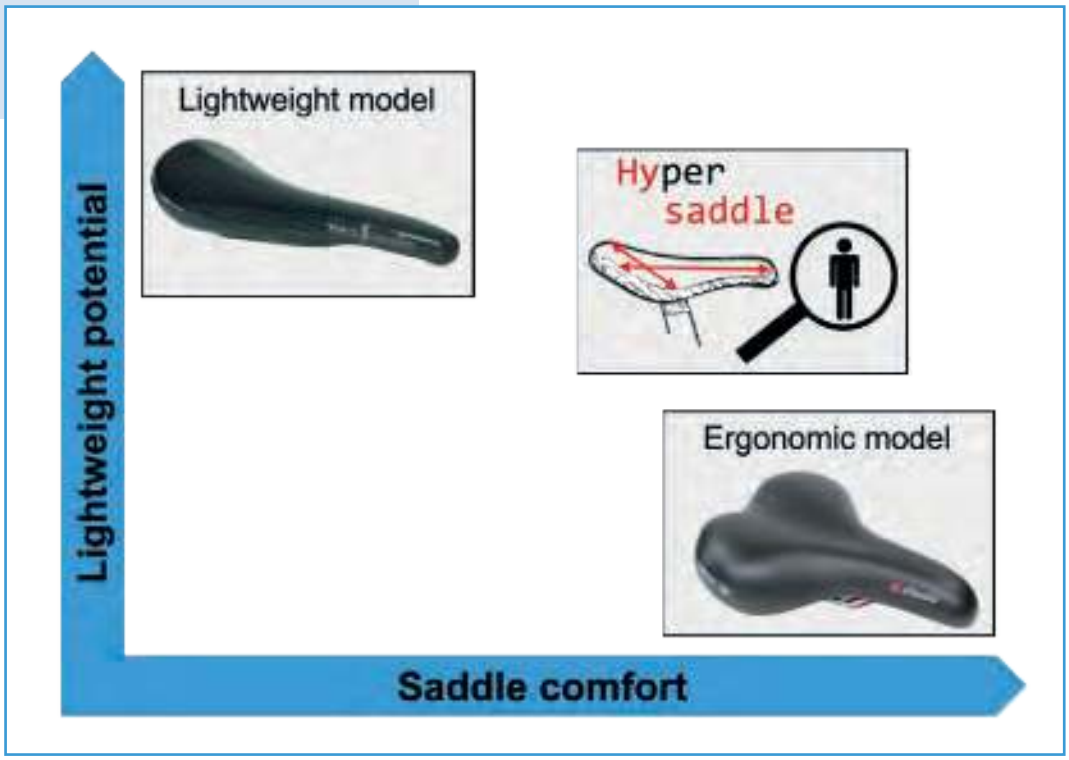
torsten.heydt@ivw.uni-kl.de

Die Komponente eines Fahrrads mit dem wahrscheinlich größten Einfluss auf den Komfort ist der Fahrradsattel, da ein Großteil des Körpergewichts auf der relativ kleinen Sattelfläche lastet. Diese hohe Belastung in Verbindung mit dem sehr sensiblen Sitzbereich des Körpers kann beim Radfahren schnell zu verschiedenen Beschwerden führen. Abhilfe schafft eine auf den Körper zugeschnittene Sattelform, die den Druck auf unempfindlichere Sitzbereiche verteilt. In Konkurrenz zum Komfort steht bei sportlichen ambitionierten Radfahrer*innen der Leichtbau des Sattels. Geringes Gewicht bei einem gleichzeitig hohen Komfort lässt sich lediglich durch eine Individualisierung der Sattelform und damit einer optimalen Druckverteilung erreichen. Ziel des Projektes ist somit die Entwicklung eines personalisierten Fahrradsattels, der Leichtbau, Haltbarkeit und Komfort im hohem Maße vereint. Erreicht wird dies durch eine Hybridbauweise gemäß dem Paradigma „Das richtige Material an der richtigen Stelle“ und einer individualisierten Passform auf Basis hochflexibler Prozesstechnologie. Grundlage der Individualisierung des Sattels bilden ergonomische Parameter, die z. B. Sitzposition, Körpergewicht und Druckverteilung im Sitzbereich erfassen. Ein parametrisches FE-Modell setzt die erfassten Daten in ein personalisiertes Sattelmodell um. Der topologieoptimierte und individualisierte Sattelkern wird im 3D-Druck-Verfahren hergestellt und von einer individualisierten Satteldecklage aus unidirektional verstärkten Tapes lokal adaptiert und je nach Körpergewicht und Einsatzbereich verstärkt. Die Entwicklung eines leichtbauoptimierten Sattelgestells komplettiert den Hypersaddle.

Ziel ist die Entwicklung eines individualisierten Fahrradsattels, der Komfort, Leichtbau und Haltbarkeit im hohem Maße vereint.

Vergleich des Hypersaddle mit konventionellen Leichtbau und Ergonomie-Modellen

Comparison of the Hypersaddle with conventional lightweight and ergonomic models



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

ZIM
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

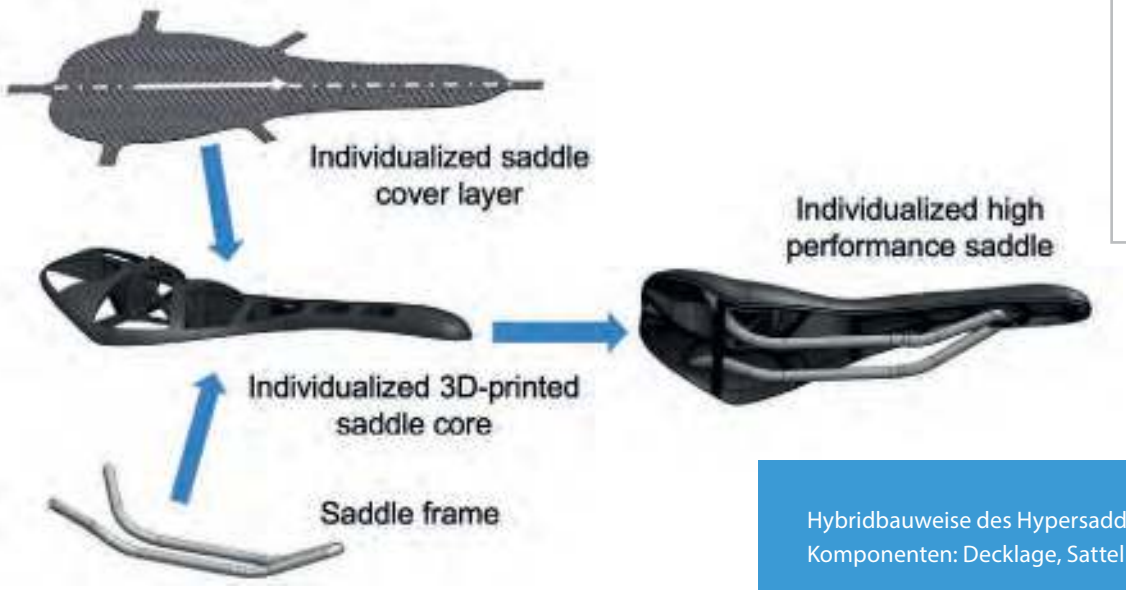
Das Projekt „Hypersaddle – Personalsierter High Performance Fahrradsattel in Hybridbauweise“ wird durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052331RF9).

Hypersaddle – High-Performance Bicycle Saddle in Hybrid Design

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag



Hybridbauweise des Hypersaddle bestehend aus drei Komponenten: Decklage, Sattelkern und Sattelgestell

Hybrid design of the Hypersaddle consisting of three components: cover layer, saddle core and saddle frame

The component of a bicycle with probably the most influence on comfort is the saddle, since a large part of the body weight bears on the relatively small saddle surface. This high load in combination with the very sensitive sitting area of the body can quickly lead to various health issues. This can be prevented by a saddle shape tailored to the body, which distributes the pressure to less sensitive sitting areas. For ambitioned cyclists, there is a trade-off between the lightweight design of the saddle and its comfort. Low weight combined with high comfort can only be achieved by individualizing the saddle shape and thus achieving an optimal pressure distribution. The aim of the project is therefore to develop a personalized bicycle saddle that combines lightweight design, durability and comfort to a high level. This is achieved by a hybrid construction method according to the paradigm "the right material at the right place" and an individualized fit based on highly flexible process technology. The basis for the individualization of the saddle is formed by ergonomic parameters, such as recording seat position, body weight and pressure distribution in the seat area. A parametric FE model converts the recorded data into a personalized saddle model. The topology-optimized and individualized saddle core is manufactured using a 3D printing process. It is then reinforced by an individualized saddle cover layer made of unidirectionally reinforced tapes, which is locally adapted depending on body weight and the field of activity. The development of a lightweight saddle frame completes the Hypersaddle.

The aim is the development of an individualized bicycle saddle that unites comfort, lightweight design and durability on a high level.

all ahead composites
the composite enthusiasts

Projektpartner / *Partner:*
all ahead composites GmbH

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

InjectProfile – Thermoplastische Low-Cost Flugzeug-Profile

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

Thomas Rief

Dominic Schommer

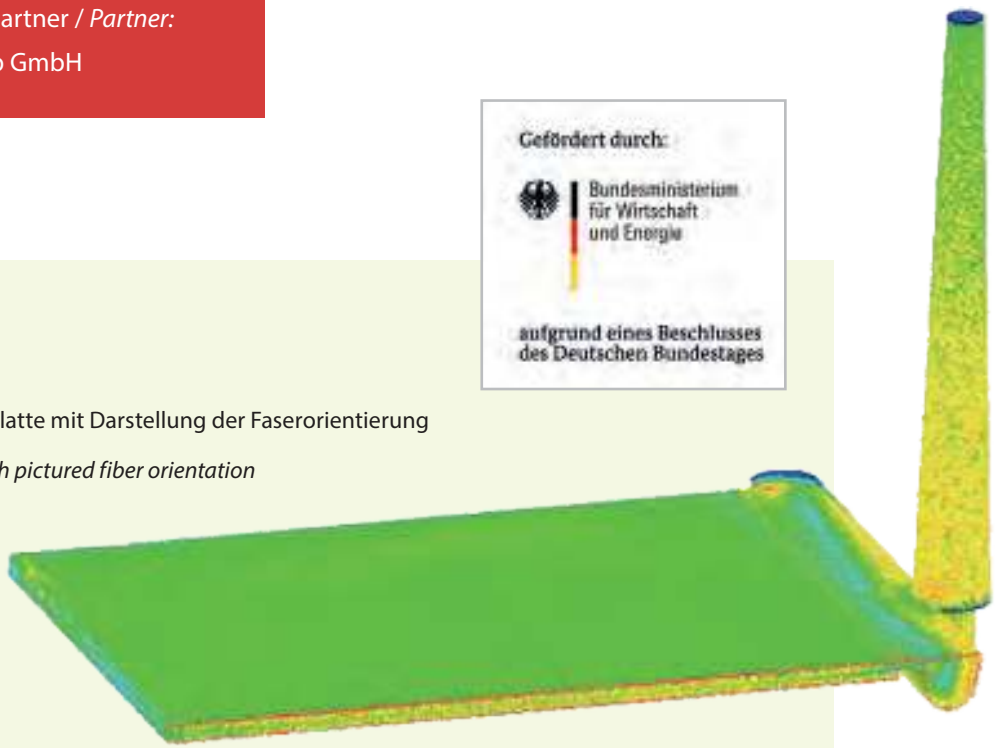
Die Herausforderungen für Faserverbundbauteile im Bereich von Zug-Druck-Streben für den Luftfahrtbereich liegen in der Bereitstellung von Leichtbaulösungen bei geringen Bauteilkosten. Hierbei bieten thermoplastische Halbzeuge vor allem durch die Kombination verschiedener Verfahren eine hohe Flexibilität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

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

CirComp
Competence in Composites

Projektpartner / *Partner:*
CirComp GmbH

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



Spritzgusssimulation an einer Platte mit Darstellung der Faserorientierung

Injection molding simulation with pictured fiber orientation

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).

InjectProfile – Low-Cost Thermoplastic Aircraft Profiles

Flugzeug-Fahrwerk mit einer Zug-Druck-Strebe beim Grounding

Aircraft landing gear with a strut during grounding

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

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

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and 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).

julia.vogtmann@ivw.uni-kl.de

Intrinsische Hybridverbunde mit strukturierten Metalloberflächen

Julia Vogtmann

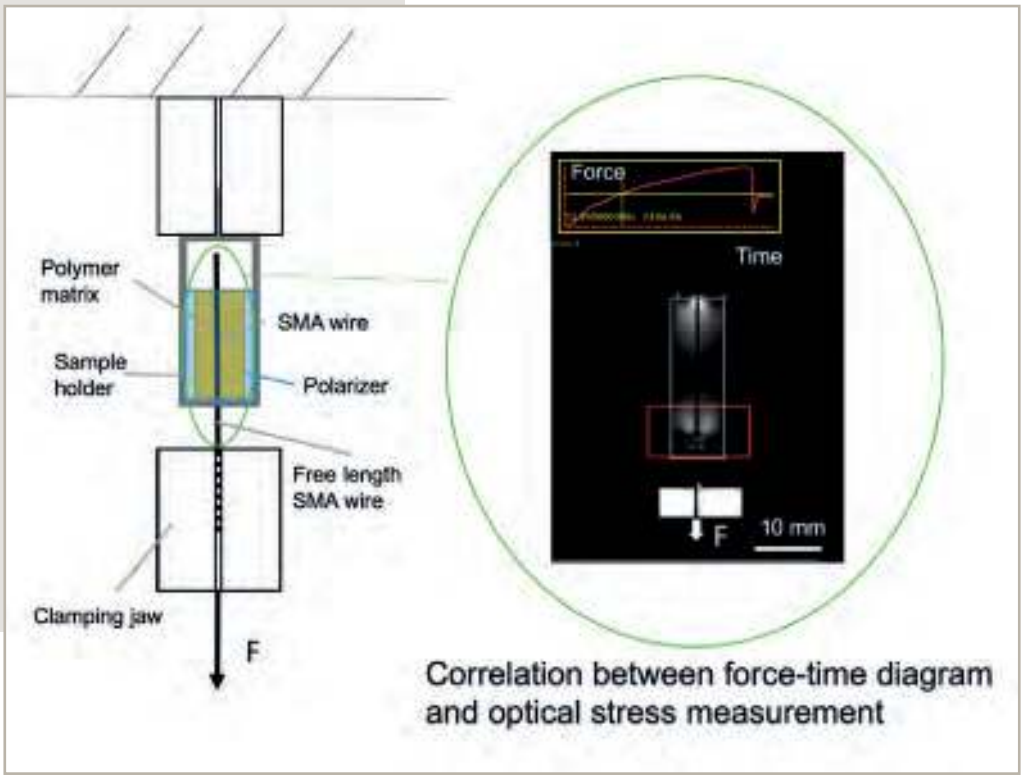
Intelligente Materialen - bestehend aus Formgedächtnislegierung (FGL) und Faser-Kunststoff-Verbund (FKV)- zeichnen sich durch herausragende, steuerbare mechanische Eigenschaften aus. Ihre Bedeutung für Wirtschaft und Technik steigt stetig. Diese Hybridverbunde (HV) können beispielsweise als verstellbare aerodynamische Flächen oder aktive Stellelemente genutzt werden, ohne dass ein zusätzlicher elektrischer Antrieb benötigt wird. Dies ist für viele Anwendungen interessant, z.B. in der Luftfahrt als adaptive Turbulatoren. Elementar für solche Anwendungen ist jedoch, dass eine ausreichende adhäsive Verbindung zwischen den Komponenten des Hybridverbundes besteht, da hohe Normal- und Schubspannungen übertragen werden müssen. Das Projekt beschäftigt sich mit der Verbesserung der Kraftübertragung. Dabei werden zwei Konzepte verfolgt. Durch geometrischen Formschluss oder durch die Verbesserung der Adhäsion zwischen den Komponenten kann die Kraftübertragung verbessert werden. Durch die Vergrößerung der Oberfläche mittels selektivem elektrochemischen Ätzen und dem Einbringen von gezielten, reproduzierbar erzeugbaren Hinterschneidungen kann die Adhäsion nachhaltig verbessert werden. Elementar für dieses Projekt ist auch die Verbesserung der Methoden zur Überprüfung der Kraftübertragung. Dabei werden moderne Messmethoden wie die 3D-Strukturüberwachung und die Spannungsoptik eingesetzt.

Ziel des Projektes ist es, durch mikroform- und kraftschlüssige Mechanismen die Kraftübertragung zwischen FGL und FKV zu verbessern, um ein Leistungsoptimum im Aktor zu erzielen und ein frühzeitiges Versagen zu verhindern.

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

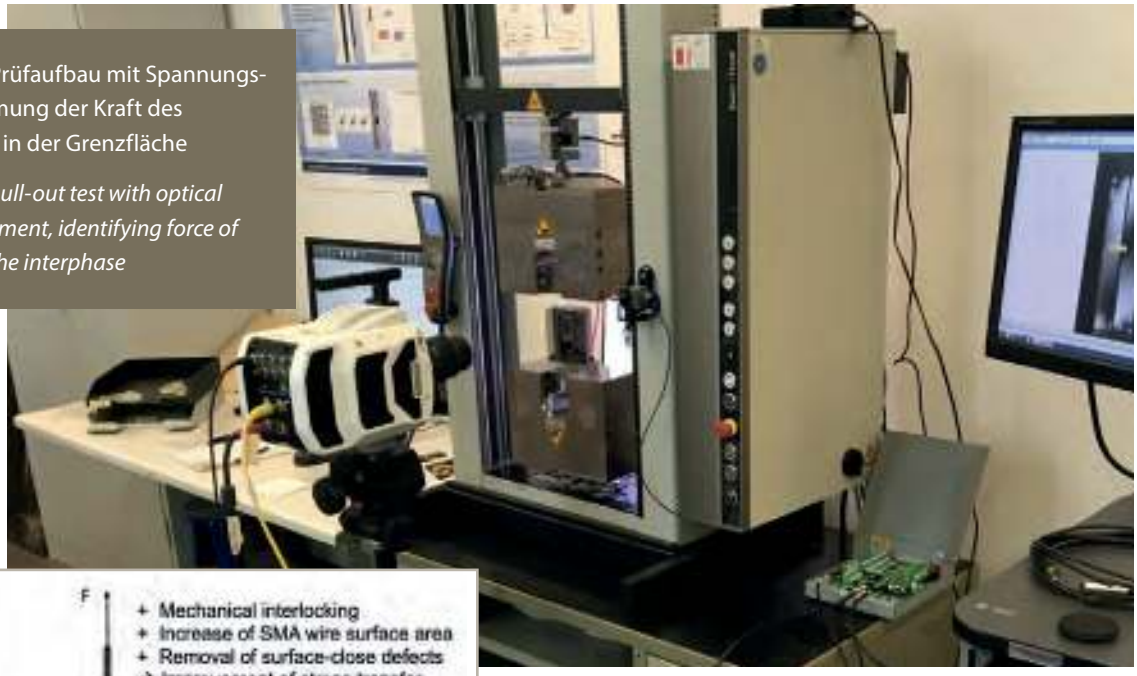
Detaillierte Ansicht des Pull-out Funktionsprinzips, die Korrelation zwischen Spannungsoptik und Kraft-Zeit Diagramm wurde mit Hilfe einer GUI Umgebung in Python® durchgeführt

Detailed view of the pull-out test principle with optical stress measurement, the correlation between force-time diagram and optical stress measurement was done with a GUI environment in the open-source program python®



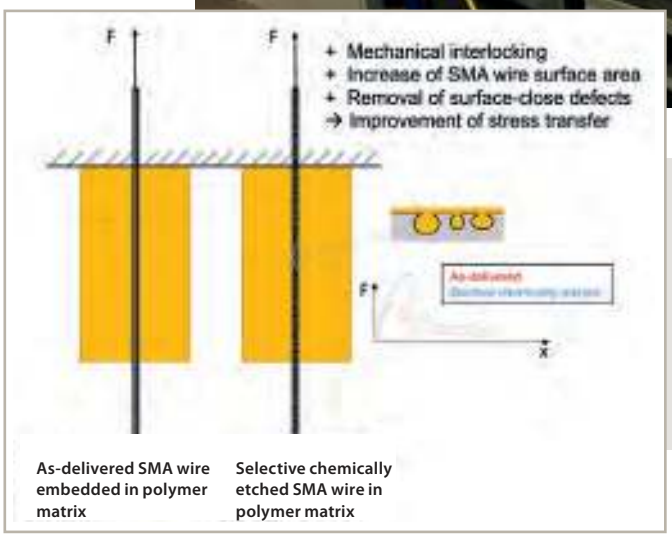
Das Projekt „Funktionale intrinsische Hybridverbunde mit aktiven Elementen und strukturierten Metalloberflächen“ wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 404403710.

Intrinsic Hybrid Composites with Structured Metal Surfaces



Pull-out Test Prüfaufbau mit Spannungsoptik, Bestimmung der Kraft des Erstversagens in der Grenzfläche

Test-set up of pull-out test with optical stress measurement, identifying force of first failure in the interphase



Verbesserung der Kraftübertragung zwischen FGL-Draht und Polymer Matrix durch das selektive elektrochemische Ätzen der Drahtoberfläche

Improvement of the stress transfer between the SMA wire and the polymer matrix caused by selective electrochemical etching of SMA wire surface area

Intelligent materials consisting of shape memory alloy (SMA) and fiber reinforced composite (FRC) are characterized by outstanding, controllable mechanical properties. Their importance for many applications is constantly increasing. These hybrid composites can be used, for example, as actuators without the need for an additional electric motor. This is attractive for applications, e.g. in aerospace as extendable vortex generators. However, it is elementary for such applications that there is a sufficient adhesive connection between the components as high normal and shear stresses must be transmitted. The project deals with the improvement of force transmission, two concepts. The transmission pursuing of force can be improved by geometrical interlocking or by improving the adhesion between components. By enlarging the surface by selective electro-chemical etching and the generation of specific, reproducible undercuts, the adhesion can be improved remarkably. Elementary for this project is also the improvement of the analysis methods of the force transmission research. Modern methods such as 3D inspection of the adhesion and stress optics are utilized.

The aim of the project is to improve the stress transfer between SMA and FRP by applying micro-mechanical interlocking and force-locking mechanisms, to achieve an optimum performance in the actuator and to avoid premature failure.

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

christian.becker@ivw.uni-kl.de
ulrich.blass@ivw.uni-kl.de

KOBU – rCF-verstärkter Buchenholz-Hybridträger

Christian Becker

Ulrich Blass

Die Verwendung von CFK aus Produktionsabfällen und End-of-Life-Produkten in strukturellen und lasttragenden Bauteilen (Recycling) ist sowohl ökologisch als auch ökonomisch erstrebenswert. Im Zentrum des Forschungsprojekts stand die Entwicklung standardisierter, ressourceneffizienter Buchenholz-Hybridträger zur stofflichen Substitution von Stahl- und Stahlbetonträgern. Dies soll durch die signifikante Steigerung der Tragfähigkeit und Steifigkeit möglich werden, indem die Gurte von profilierten Brettschichtholzträgern aus Buchenholz mit Lamellen aus recycelten Kohlenstofffasern in Kunststoffmatrix (rCFK-Lamellen) verstärkt werden. Dadurch wird eine gerichtete und gezielte Lastaufnahme im Träger erreicht. Basis der Verstärkung bilden Rovings aus rCF-Stapelfasern. Problematisch sind zum einen die Gefahr des „Abgleitens" der Stapelfaser während der Verarbeitung und zum anderen die herstellungsbedingten Ondulationen im rCF-Roving, die durch das Umwickeln mit einem Bindegarn entstehen. Im Vordergrund stand daher die Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung von rCFK-Lamellen mit möglichst unidirektionaler Faserausrichtung zur optimalen Lastaufnahme.

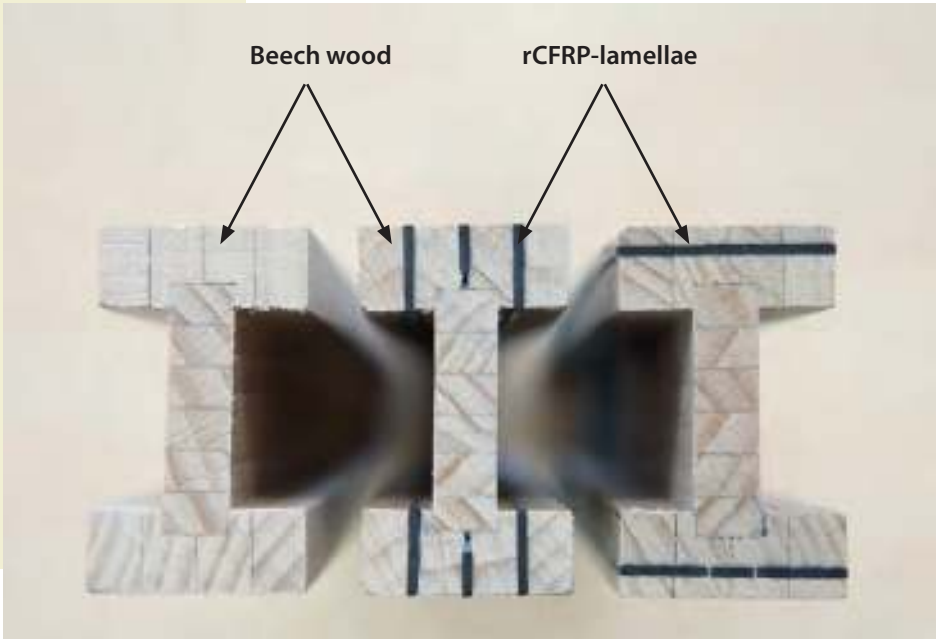
Ziel des Projektes war die Entwicklung eines ressourceneffizienten Buchenholz-Hybridträgers und die Verbesserung der Ökobilanz durch Verwendung von Buchenholz niedriger Qualität und recycelten Kohlenstofffasern.

fatuk Fachbereich Architektur Technische Universität Kaiserslautern

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

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V.

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



Links: Buchenholzträger
Mitte: Buchenholz-Hybridträger mit vertikal orientierten rCF-Lamellen
Rechts: Buchenholz-Hybridträger mit horizontal orientierten rCF-Lamellen

Left: Beech wood beam
Middle: Hybrid beam with vertical orientated rCFRP lamellae
Right: Hybrid beam with horizontal orientated rCFRP lamellae

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

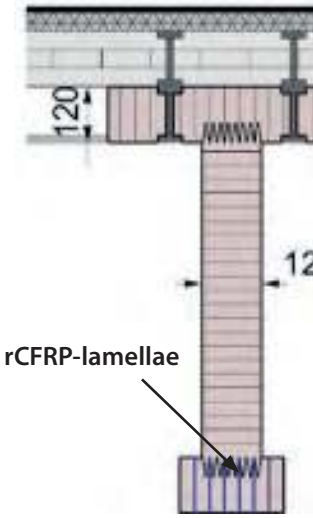
KOBU – rCF-Reinforced Beech Wood Hybrid Beam

Anwendungsbeispiel Dreifeldhalle
mit I-förmigen Buchenholz-Hybridträgern

Application example triple-field sports hall with I-shaped hybrid beech wood beam

For ecological and economic goals, recycling of End-of-life products and production waste in structural and loaded components has to be achieved. Specific target of the project was the development of standardized and resource efficient hybrid beech wood beams to substitute steel and concrete beams. This target is striven by increasing the stiffness and strength of the flanges of beech wood I-beams with lamellae made of recycled CFRP (rCFRP-lamellae). This generates a directed load transfer by the beam. Basis of this reinforcement are rovings out of rCF-staple fibers. Challenges in the manufacturing process are the risk of "slipping" of the staple fiber on the one hand and ondulations in the rCF-roving due to of the binding yarn on the other hand. Therefore, the main aim of the project was the development of a manufacturing process for unidirectional rCF-Rovings for optimal load absorption.

The aim of the project was the development of a resource-efficient hybrid beech wood beam and the improvement of the life cycle assessment by using low grade beech wood and recycled carbon fiber.



Schematischer Aufbau eines
Buchenholz–Hybridträgers mit rCF-Lamellen

Schematic structure of a hybrid beech wood beam with rCFRP lamellae

Supported by:

Federal Ministry of Food and Agriculture

on the basis of a decision by the German Bundestag

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

julia.vogtmann@ivw.uni-kl.de

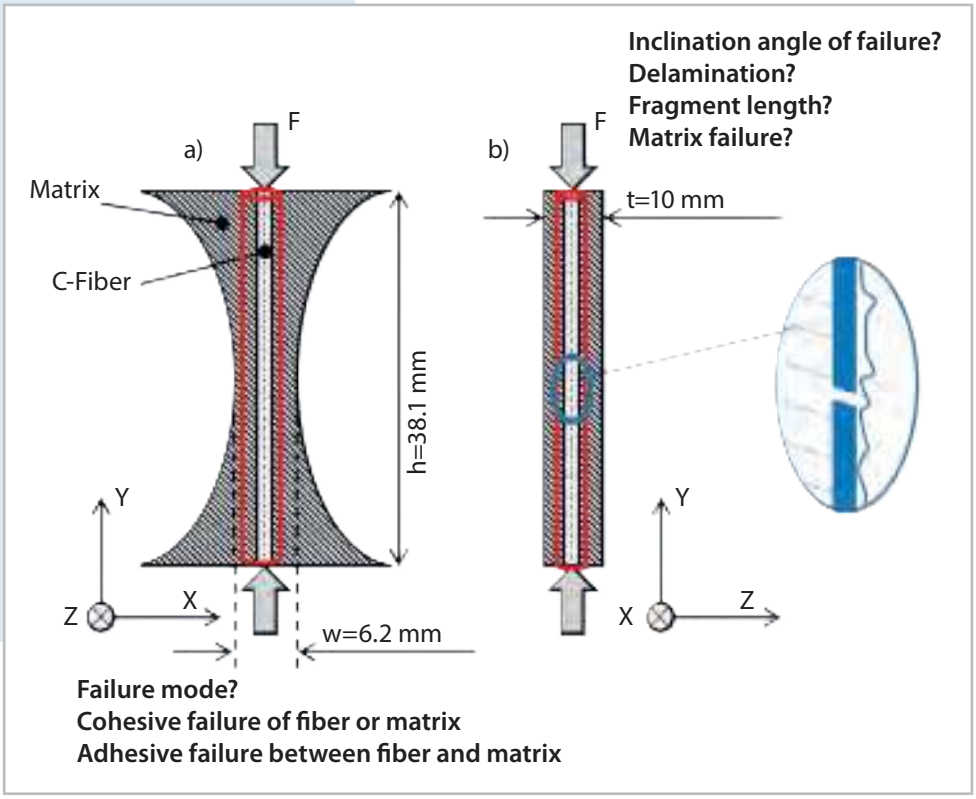
Kohlenstofffaser-Einzelfaserversuche mittels hochauflösender 3D-Strukturaufklärung

Julia Vogtmann

Als grenzflächennahe Schicht in einem Verbundwerkstoff wird das Matrixvolumen bezeichnet, dessen Mikrostruktur durch die Faseroberfläche beeinflusst wird. Sie ist von besonderer Bedeutung, da sie die in das Material eingebrachten Spannungen von der Matrix auf die Faser überträgt. Somit beeinflusst sie die sich ausbildenden Eigenschaften des Verbundes maßgeblich und ist oft der eigenschaftslimitierende Faktor. Mikromechanische Versuche geben Aufschluss über die Qualität der Grenzfläche und der angrenzenden Matrixschicht. Die Versuche werden jedoch in hohem Maße von geometrischen Einflüssen, Reibung, Poren und anderen Inhomogenitäten beeinflusst. Deshalb gibt es bis heute keinen standardisierten Versuch, mit dem die Grenzflächenqualität reproduzierbar und quantifizierbar gemessen werden kann. Durch die 3D-Schadensanalyse mit Hilfe des hochauflösenden Röntgenmikroskops (Versa 520) können die geprüften Proben nachträglich analysiert werden. Dadurch kann ein tieferes Verständnis für die versagensrelevanten Vorgänge in der Grenzfläche aufgebaut werden. Die hochaufgelöste 3D-Darstellung der Schädigung erlaubt es unter anderem, Größen wie den Bruchwinkel der Faser zu evaluieren. Darüber hinaus können durch mikromechanische Simulationen verschiedene Fälle, die zur Schädigung geführt haben, analysiert und somit der reale Spannungszustand angenähert werden. In Zukunft sollen auch 4D-Analysen umgesetzt werden.

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

Das Ziel des Projekts ist es, ein tiefergehendes Verständnis für die in der Grenzfläche relevanten Versagensmechanismen zu generieren durch die Korrelation der hochauflösenden 3D-Schadensanalyse mit der modellhaften Beschreibung der Grenzfläche.



Schematische Darstellung des Broutman Versuchs, mit Darstellung der Versagensmechanismen in der Grenzfläche und einiger der für die modellhaften Beschreibung des Versuchs relevanten Parameter

Schematic description of the Broutman test set-up, showing the failure modes in the interphase and some of the relevant parameters for model-based description of the test

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

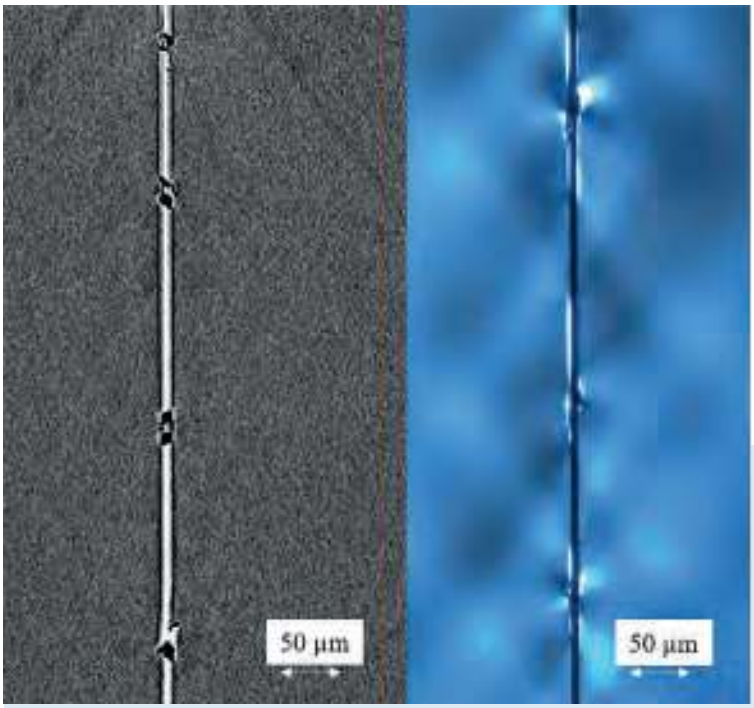
Single Carbon Fiber Tests using High-Resolution 3D Structure Analysis

Modellhafte Analyse der Spannungsverteilung in der Grenzfläche während dem Broutman Versuch, Überprüfung der Korrelation der optisch evaluierten Schädigung mit der ermittelten Spannungsverteilung in der modellhaften Beschreibung

Model-based analysis of the stress distribution in the interphase during Broutman test, verification of the correlation of the optically evaluated failure with the calculated stress distribution in the model

The thin boundary layer in the matrix of a composite material, whose microstructure is influenced by the surface of the fiber, is called interphase. It is of particular importance as it transfers the stresses introduced into the material from the matrix to the fiber. The interphase significantly influences the properties of the composite and is often the limiting factor. Micromechanical tests provide information about the interphase quality. However, these tests are highly influenced by geometric constraints, friction, pores and other inhomogeneities. For this reason, there is still no standardized test with which the interphase quality can be measured reproducibly and quantitatively. 3D imaging of the damaged region, with the help of the high-resolution X-ray microscope (Versa 520), allows post-mortem analysis of such micromechanical samples. This enables a deeper understanding of the failure mode in the interphase. The high-resolution 3D visualization of the damage provides the possibility to evaluate variables such as the angle of the fracture surface of the fiber. Furthermore,micromechanical simulations can be used to analyze the fracture mechanical process and thus approximate the real stress state. In future 4D analyses will also be implemented.

The aim of the project is to generate a deeper understanding of the relevant failure mechanisms in the interphase by correlating the 3D damage analysis with the model-based description of the interphase.



Vergleich einer mittels hochauflösender Röntgenmikroskopie generierten Projektion und eines mittels Lichtmikroskopie mit polarisiertem Licht aufgenommenem Bild derselben Broutman Probe

Comparison of a projection generated by high-resolution X-ray microscopy and an image of the same Broutman sample taken by polarized light microscopy

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

barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

Kontaktwinkelanalyse – Bestimmung der Oberflächenenergie und –spannung

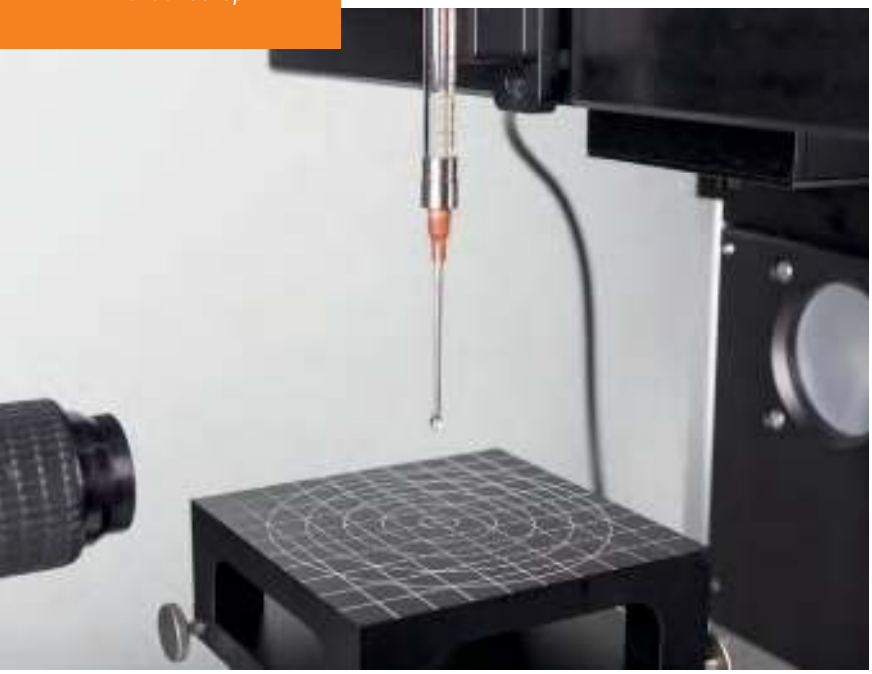
Barbara Güttler

Die Kontaktwinkelanalyse ist bereits seit vielen Jahren eine am IVW etablierte Methode zur Bestimmung der Oberflächenenergie von Feststoffen sowie der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten. Dabei werden Oberflächen unbekannter Oberflächenenergie mit der Methode des sitzenden Tropfens untersucht, wobei meist die polaren und dispersen Anteile der Oberflächenenergie durch geschickte Wahl verschiedener Testflüssigkeiten aus der Tropfenkontur ermittelt werden können. Zur Untersuchung von Flüssigkeiten mit unbekannter Oberflächenspannung dient die Methode des hängenden Tropfens. Durch die neue Kopplung der Kontaktwinkelanalyse mit einer Heizkammer kann ebenfalls das Verhalten von Polymerschmelzen bis 600 °C auch unter Inertgasatmosphäre untersucht werden, was z. B. zur Untersuchung des Benetzungsverhaltens zweier Polymerschmelzen für das tiefere Verständnis von thermoplastischen Blends, einen wesentlichen Mehrwert liefern kann. Weiterhin lassen sich durch das digitale Videosystem dynamische Vorgänge, wie z.B. das Benetzungsverhalten von Fasern, aufzeichnen und zeitaufgelöst analysieren.

Die Kontaktwinkelanalyse stellt somit sowohl für die anwendungsorientierte Grundlagenforschung als auch für die Qualitätskontrolle eine elementare Analytikmethode dar und komplementiert die Werkstoffanalytik am Institut.

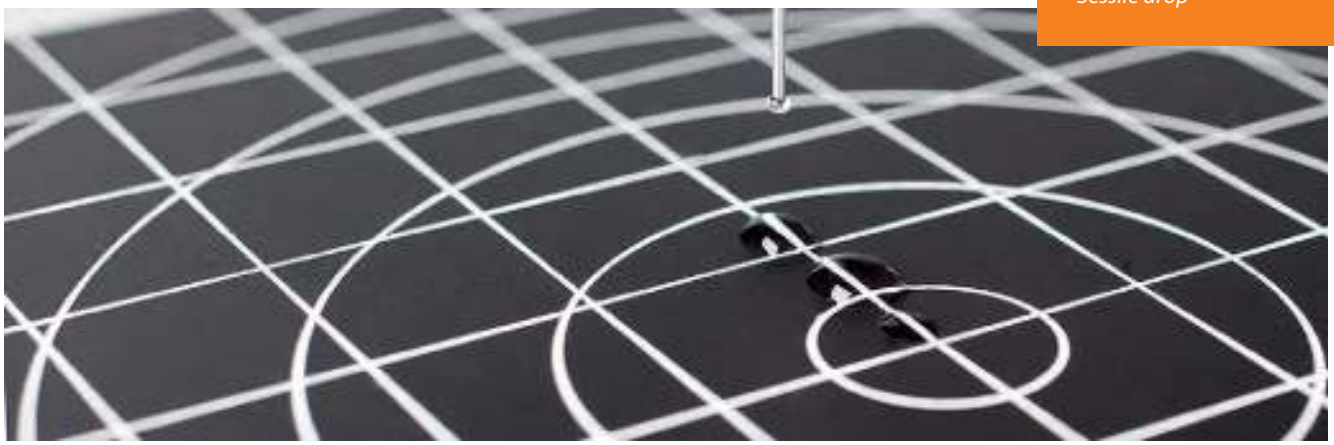
Hängender Tropfen

Pendant drop



Sitzender Tropfen

Sessile drop



Contact Angle Analysis – Determination of Surface Energy and Surface Tension

Geräteaufbau

Device setup

Contact angle analysis for determination of the surface free energy of solids as well as the surface tension of liquids has been an established method at IVW for many years. Surfaces of unknown surface free energy are investigated by sessile drop method. In most cases the polar and disperse fractions of the surface free energy can be determined from the drop shape by optimal selection of different test liquids. For the investigation of liquids with unknown surface tension, the pendant drop method is used. To investigate the behavior of polymer melts up to 600°C, the contact angle analysis can be coupled with a heating chamber and run under inert gas atmosphere. This can provide a deeper understanding of thermoplastic blends, e.g. for the investigation of the wetting behavior of two polymer melts. Furthermore, dynamic processes, such as the wetting behavior of fibers, can be recorded and analyzed over time by the digital video system.

Thus, the contact angle analysis represents an elementary analytical method for application-oriented basic research as well as for quality control and complements the material cycles at IVW.

Heizkammer zur Analyse von Polymerschmelzen

Heating chamber for analysis of polymer melts

MarineCare – Nachhaltige Verbundwerkstoffe für maritime Anwendungen

jan.janzen@ivw.uni-kl.de

Jan Janzen

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines nachhaltigen Verbundwerkstoffes in Sandwichbauweise und eines dazugehörigen, abfallminimierenden Herstellverfahrens für die Anwendung im Bootsbau und für Wassersportgeräte. Die Sandwichstruktur kombiniert dabei einen Schaumkern aus recyceltem PET - gewonnen aus Einwegflaschen - mit Decklagen aus recycelten Kohlenstofffasern (rCF) und einem biobasierten Epoxidharz. Bisher werden im Bootsbau hauptsächlich Vakuuminfusionsverfahren eingesetzt, die für die Harzverteilung eine signifikante Menge an Einweg-Hilfsmaterialien benötigen. Um Abfälle zu minimieren, wird ein alternativer Herstellungsprozess entwickelt, bei dem die rCF-Textilien mit dem Harz in Pulverform vorimprägniert werden. Die hieraus entstehenden Prepreg-Halbzeuge werden anschließend in Bauteilform abgelegt und nachfolgend in einem ebenfalls vakuumbasierten Prozess final imprägniert und konsolidiert. Die Peripherie zur Harzverteilung entfällt und darüber hinaus wird die Gefahr einer unvollständigen Imprägnierung reduziert. Das IVW ist im Rahmen des Projektes unter anderem für die Entwicklung der pulverbeschichteten Prepregs sowie eines Imprägnier- und Aushärtungsprozesses ebendieser verantwortlich. In Kooperation mit den Projektpartnern Swiss CMT AG und GREENBOATS GmbH wird zur Verifikation der entwickelten Materialien und Technologien zum Projektabschluss ein Demonstratorbauteil in Form eines Kitesurfbrettes gefertigt.

Ziel von MarineCare ist die Entwicklung eines nachhaltigen Verbundwerkstoffes aus recycelten und biobasierten Werkstoffen sowie die Entwicklung eines dazugehörigen abfallminimierenden Herstellungsverfahrens.

Klassische Herstellung eines Bootrumpfes im Vakuuminfusionsverfahren

Manufacturing of a boat hull using the vacuum infusion process

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

MarineCare – Sustainable Composite Materials for Maritime Applications

Nachhaltiges Kitesurfbrett der Firma GREENBOATS GmbH mit Sandwichmaterial aus Naturfasern, teilweise biobasiertem Epoxidharz und einem Korkkern;
Länge: ca. 1,4 m

Sustainable kite board made by GREENBOATS GmbH with sandwich material made of natural fibers, partially bio-based epoxy resin and a cork core; length: approx. 1.4 m

SPONSORED BY THE
Federal Ministry of Education and Research
on the basis of a decision by the German Bundestag

eurostars™

The aim of the project is the development of a sustainable composite sandwich material and a corresponding minimal-waste manufacturing process for the application in boat manufacturing and for water sports equipment. The sandwich structure combines a foam core made of recycled PET - obtained from disposable bottles - with surface sheets made of recycled carbon fibers (rCF) and a bio-based epoxy resin. So far, vacuum infusion processes are mainly used in boat manufacturing, which require a significant amount of single-use auxiliary materials for the resin distribution. To minimize waste, an alternative manufacturing process is being developed, in which the rCF-textiles will be pre-impregnated with the resin in powder form. The resulting prepregs are subsequently laid into a near-net shape preform and then finally impregnated and consolidated in a vacuum-based process. Within the scope of the project, IVW is responsible for the development of the prepregs as well as the impregnation and curing process. In cooperation with the project partners Swiss CMT AG and GREENBOATS GmbH, a kite board with foil will be manufactured as demonstrator at the end of the project to verify the materials and technologies developed.

The aim of MarineCare is to develop a sustainable composite material from recycled and bio-based materials and to develop a corresponding waste-reducing manufacturing process.

GREENBOATS®

cmt

Projektpartner / *Partners:*
GREENBOATS GmbH
Swiss CMT AG

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

benedikt.bergmann@ivw.uni-kl.de

MaTaInH2 – Materialeffiziente Industrialisierung von H2-Drucktanks

Benedikt Bergmann

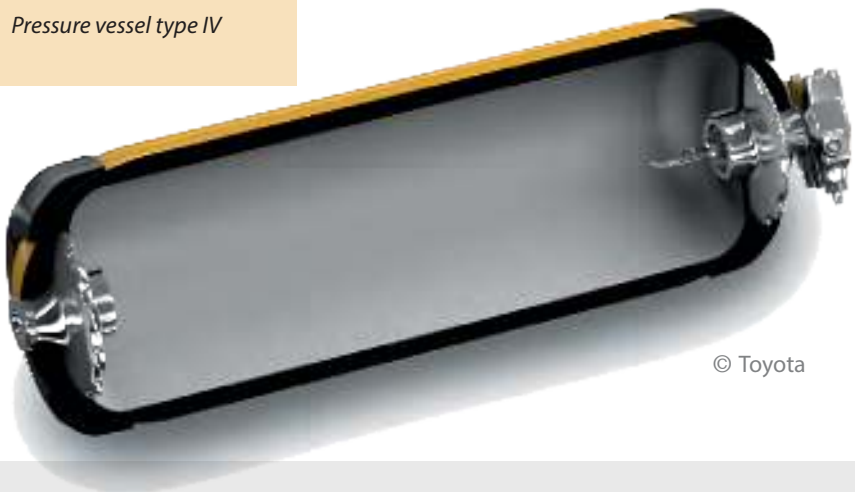
Trotz einer steigenden Anzahl an elektrifizierten Kraftfahrzeugen auf den Straßen ist der Verbrennungsmotor weiterhin die dominierende Antriebsform. Ein wichtiger Grund für die langsame Verbreitung von batterieelektrischen Fahrzeugen ist die speicherbedingt noch geringe Reichweite. Eine Lösung des Energiespeicherproblems stellt die Brennstoffzellentechnologie in Kombination mit einem Wasserstoffspeicher dar, bei dem der Wasserstoff unter hohem Druck gespeichert werden kann. Der Drucktank ist somit ein Schlüsselelement der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, um eine ausreichende Menge an Wasserstoff in elektrisch angetriebenen Kraftfahrzeugen für große Reichweiten zur Verfügung stellen zu können. Der hohe Nenndruck von 700 bar sowie die Leichtbauanforderungen für mobile Anwendungen erfordern den Einsatz von Kohlenstoffverbundwerkstoffen. Im Rahmen des Projekts MaTaInH2 wird ein Typ-IV Wasserstoff-Drucktank entwickelt und optimiert, der im Wickelverfahren hergestellt und dessen Eigenschaften anschließend validiert werden sollen. Innerhalb des Konsortiums ist das IVW für die Charakterisierung der Werkstoffe verantwortlich sowie an der Industrialisierung und Optimierung des Prozesses beteiligt. Hierfür werden komplette Materialkarten für die als relevant identifizierten Materialien mit Hilfe von umfangreichen Prüfungen erstellt. Weiterhin sollen die gewonnenen Erkenntnisse aus der Herstellung von Drucktanks dazu genutzt werden, die Wickelanlage (industrieller Maßstab) zu spezifizieren. Abschließend wird eine gesamtheitliche Analyse in Bezug auf die Projekt- und Entwicklungsziele durchgeführt.

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

Projektpartner / *Partners:*
Lehrstuhl für Carbon Composites,
der Technischen Universität München
MAHLE Filtersysteme GmbH

Drucktank Typ IV

Pressure vessel type IV

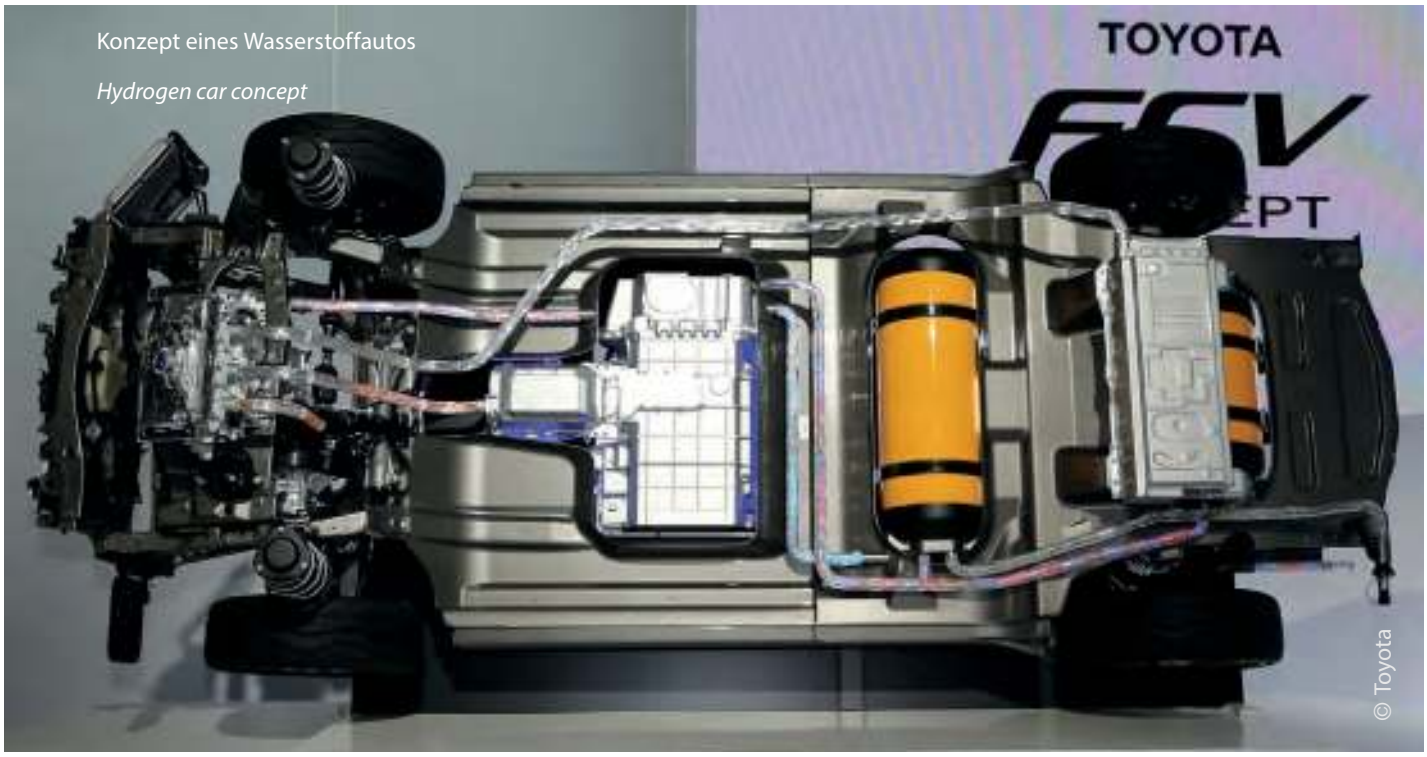


© Toyota

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

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

MaTaInH2 – Material-Efficien Industrialization of H2Pressure Tanks



Konzept eines Wasserstoffautos

Hydrogen car concept

Despite an increasing number of electrified motor vehicles on the roads the combustion engine remains the dominant engine type. An important reason for the slow market penetration of battery-electric vehicles is the still low range due to storage. One solution for the energy storage problem is the fuel cell technology in combination with a hydrogen storage tank, in which the hydrogen can be stored under high pressure. The pressure tank is thus a key element of hydrogen and fuel cell technology for providing a sufficient quantity of hydrogen in electrically powered motor vehicles for long ranges. The high nominal pressure of 700 bar and the lightweight construction requirements for mobile applications call for the use of carbon composite materials. As part of the MaTaInH2 project, a Type-IV hydrogen pressure tank is being developed and optimized, which will be manufactured using a winding process and whose properties will subsequently be validated. Within the consortium, IVW is responsible for the characterization of the materials and involved in the industrialization and optimization of the process. For this purpose, complete material cards for the materials identified as relevant are prepared with the aid of extensive testing. Furthermore, the knowledge gained from the production of pressure tanks will be used to specify the winding manufacturing plant (industrial scale). Finally, an overall analysis will be carried out in relation to the project and development goals.

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

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

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

esha@ivw.uni-kl.de

Materialkennwerte

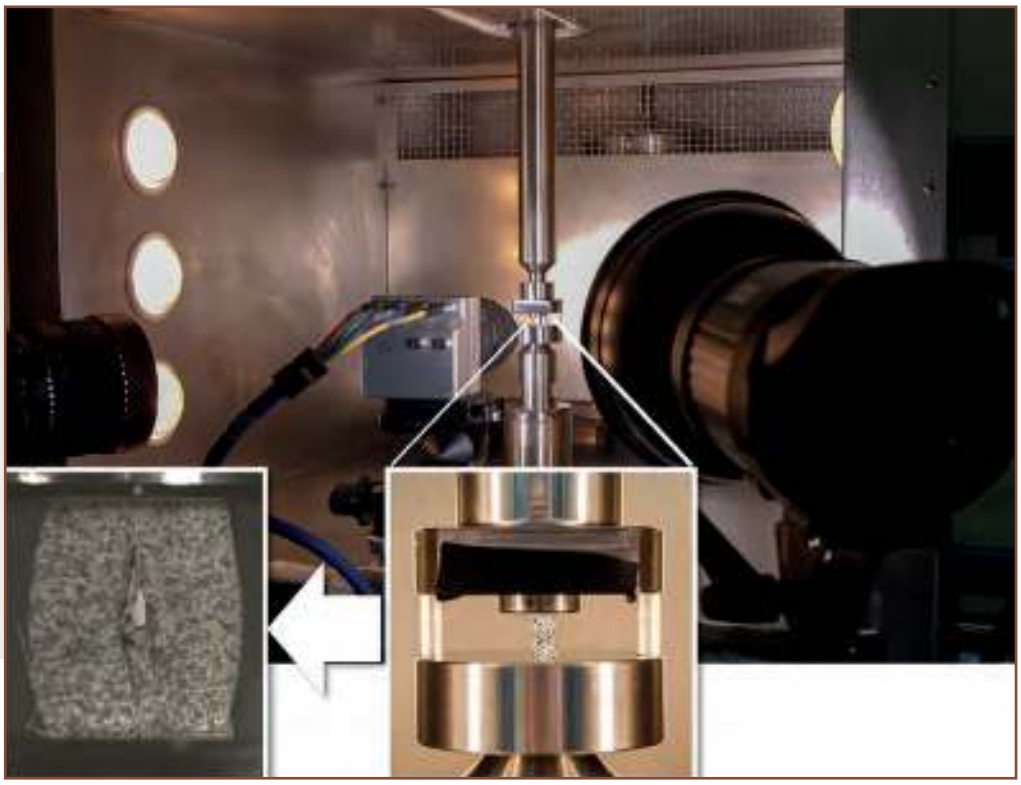
Esha

Kurzfaserverstärkte Polymere weisen inhomogene und anisotrope Faserverteilungen auf. Darüber hinaus ist die Polymermatrix empfindlich gegenüber Umwelteinflüssen wie Temperatur und Feuchtigkeit. Daher muss eine FE-Simulation sowohl die Inhomogenität aufgrund der Faserverteilung als auch umweltabhängige Materialeigenschaften berücksichtigen um eine zuverlässige Struktur entwerfen zu können. Ziel dieses Projekts ist es ein nichtlineares analytisches Modell zu entwickeln, dass das mechanische Verhalten von kurzglasfaserverstärkten Thermoplasten unter quasistatischer Belastung bei verschiedenen Temperaturen beschreibt. Dieses analytische Modell soll das Spannungs-Dehnungs-Verhalten und die Festigkeit des Materials bei der jeweiligen Faserorientierung, Fasergehalt, Temperatur und Feuchtigkeit vorhersagen. Das kann durch Mikrostrukturanalyse des Probekörpers mit Hilfe der µ-Computertomographie erfolgen. Temperatur- und feuchtigkeitsabhängiges Materialverhalten kann in diesem Modell implementiert werden indem weitere Module auf Grundlage der Dynamisch-Mechanischen-Thermo-Analyse (DMTA) hinzugefügt werden. Solche Materialmodelle werden die Bereitstellung von Materialkennwerten durch Rohstofflieferanten wie auch die Verfügbarkeit von Daten für die FE-Simulation von spritzgegossenen Verbundwerkstoffbauteilen verbessern.

Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.

Projektpartner / *Partner:*
FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.

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

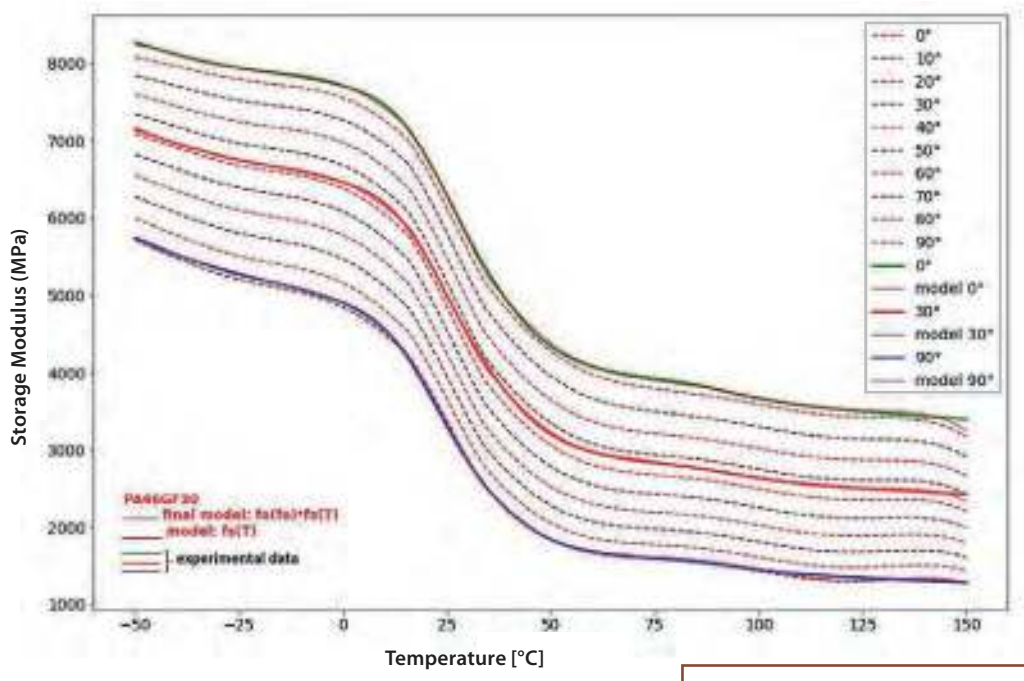


Prüfaufbau für quasi-statische Druckversuche in einer Klimakammer, Vorrichtung des Druckversuches (unten Mitte), versagte Probe (unten links)

Test setup for compression test in a climatic chamber, clamping device for compression test (bottom center), compression failure of specimen (bottom left)

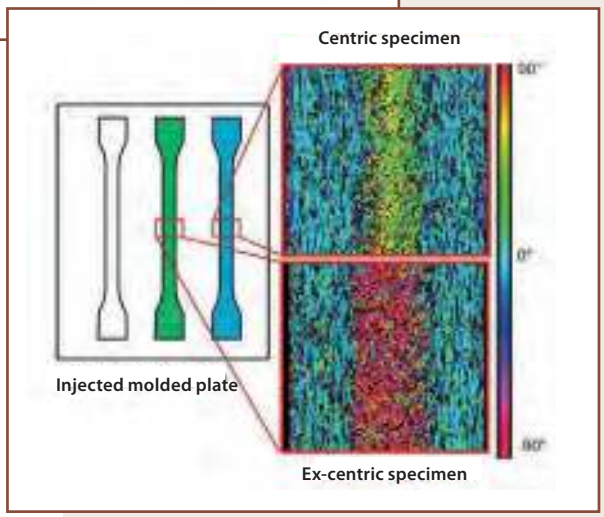
Das Projekt „Materialkennwerte“ wurde von der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. finanziert (Förderkennzeichen FVA 869 I).

Material Values



DMTA-Versuch und analytisches Modell mit zwei Freiheitsgraden (Faserorientierung & Temperatur) um den Speicher-Modul des Materials vorherzusagen

DMTA experimental results and analytical model with 2 degrees of freedom (fiber orientation & temperature) to predict the storage modulus of the material



Inhomogene und anisotrope Faserverteilung in Abhängigkeit der Position der Probe in der Spritzgussplatte

Inhomogeneous and anisotropic fiber distribution depending on the position of the specimen in the injected molded plate

Short fiber polymer composites show inhomogeneous and anisotropic fiber distribution. Moreover, the polymer matrix is highly sensitive to environmental influences such as temperature and moisture. Hence, it is required to consider both, inhomogeneity due to fiber distribution and environment dependent material data for FE simulation in order to design a reliable structure. Therefore, this project aims to develop non-linear analytical models which describe the mechanical behavior of short glass fiber reinforced thermoplastics subjected to quasi static loading at different temperatures. This analytical model could predict the strength of the material at respective fiber orientation, fiber content, temperature and humidity. This can be done by micro-structural analysis of specimens with the help of µ-computer tomography. Temperature and humidity dependent material behavior can be added in this model by generating additional modules based on dynamical mechanical thermal analysis (DMTA). Such material models will improve generation of data by material suppliers as well as availability of material parameters for FE simulation of injection molded composite components.

The aim of the project was to develop an analytical model for temperature-dependent material properties for short glass fiber reinforced thermoplastics under quasi-static loads.

The project "Material Values" was funded by the Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (funding reference FVA 869 I).

dominic.schommer@iww.uni-kl.de

Materialmodell für das Kompressionsverhalten bei SMC

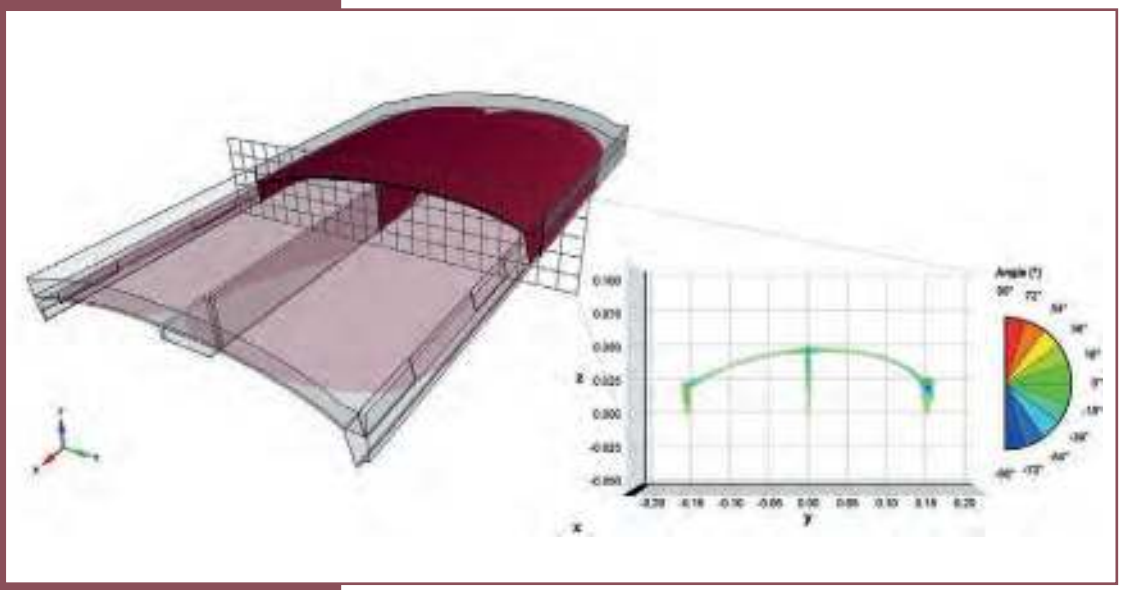
Dominic Schommer

Ein Sheet Molding Compound (SMC) ist ein langfaserverstärktes duroplastisches Halbzeug, welches im Fließpress-Verfahren zu einem fertigen Bauteil verarbeitet wird. Die strukturmechanischen Eigenschaften dieses Bauteils sind stark von prozessinduzierten Eigenschaften, wie z. B. der 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 mit hohem Faservolumengehalt. Dafür wird der Werkstoff in einem Pressrheometerversuch charakterisiert und dabei das genaue Materialverhalten unter Prozessbedingungen analysiert. Besonderes Augenmerk liegt hier auf dem Kompaktions- und Fließverhalten, dem Fließfrontverlauf und der Faserorientierung. Ausgehend von den in der Charakterisierung gewonnenen Erkenntnissen wird ein User-Defined Materialmodell in LS-DYNA® entwickelt. Mit den hier zur Verfügung stehenden Multi-Physics-Solvern und den notwendigen Tools zur Erzeugung von User-Defined-Materialmodellen können die meisten der notwendigen Faktoren und Effekte berücksichtigt werden. Aufgrund des hohen Faservolumenanteils und der Faserlänge im SMC-Werkstoff erfolgt die Beschreibung des Materialverhaltens in einer Festkörperformulierung.

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

Fraunhofer ITWM

Projektpartner / *Partner:*
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM,
Abteilung Strömungs- und Materialsimulation

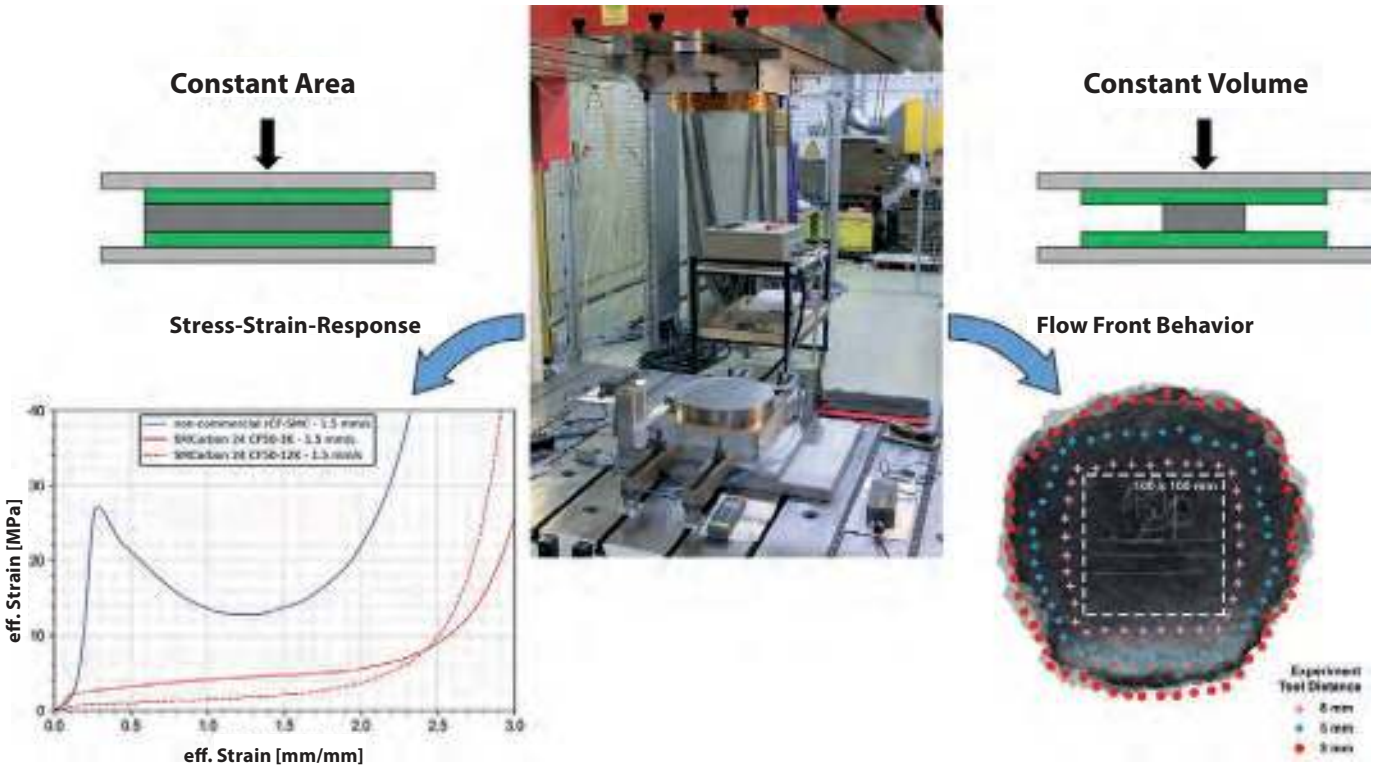


3D-Simulation des Fließpressens an einem gerippten Bauteil und Ausgabe des Faserorientierungstensors mit Angabe des Faserorientierungswinkels in einer Schnittebene

3D compression molding simulation of a ribbed component and output of the fiber orientation tensor with indication of the fiber orientation angle across a selected section plane

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.

Material Model for the Compression Behavior in SMC



Prozess- und Materialcharakterisierung im Pressrheometer

Process and material characterization in a press rheometry experiment

A sheet molding compound (SMC) is a long fiber-reinforced thermoset prepreg material, which is processed into a finished component by compression molding. The structural mechanical properties of this component 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 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 the resulting fiber orientation of compressible SMC materials with high fiber volume content. For this purpose, the material is characterized in a press rheometer test and the exact material behavior under process conditions is analyzed. Special attention is paid to the compaction and flow behavior, the flow front-progression and the fiber orientation. Based on the knowledge gained in the characterization, a user-defined material model is developed in LS-DYNA®. With the multi-physics solvers available and the necessary tools for the generation of user-defined material models, most of the necessary factors and effects can be considered. Due to the high fiber volume content and fiber length 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 the fiber orientation in SMC material.

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.

jan.rehra@ivw.uni-kl.de

MCFK – Funktionsintegration mit metallischen Endlosfasern

Jan Rehra

Duroplastische kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) bieten überlegene gewichtsspezifische mechanische Eigenschaften. Hauptnachteile sind allerdings oftmals das spröde Versagensverhalten und die daraus resultierend 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 Schadenstoleranz 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 der angewandten Hybridisierungsstrategie ab.

Die 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 zu analysieren, werden hierfür neben umfangreichen experimentellen Untersuchungen auch numerische Methoden zur Materialcharakterisierung und -beschreibung angewendet.

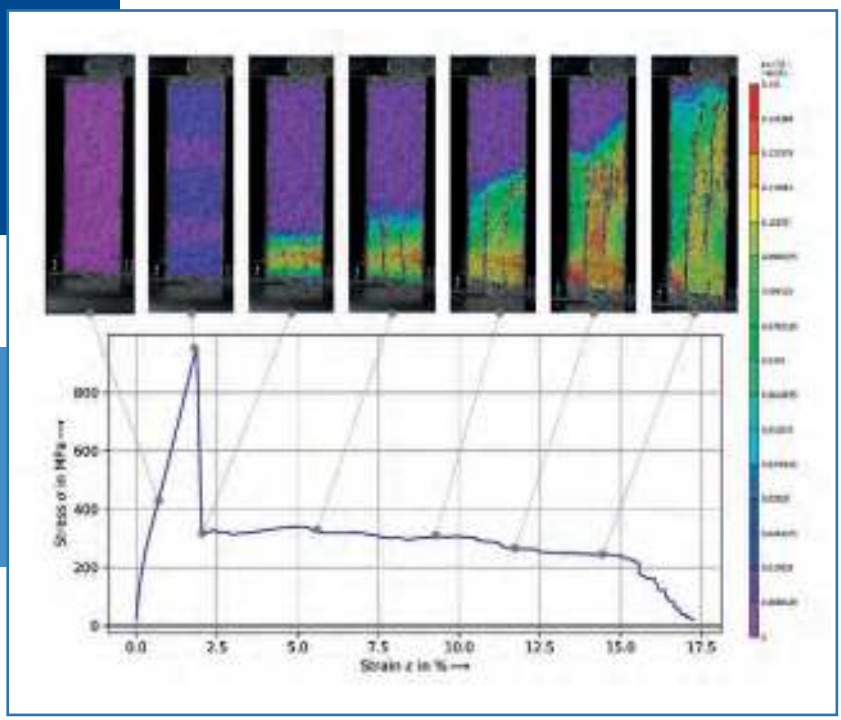
INATECH EFM

Metamaterials and Terahertz Technology

Projektpartner / *Partners:*

Institut für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH)
Walter-und-Ingeborg-Herrmann-Professur für Leistungsultraschall und Technische Funktionswerkstoffe (EFM)
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Fachbereich Elektrotechnik (MMT)
Technische Universität Kaiserslautern



Verzerrungszustand bei der Entstehung einer Brucheinflusszone während eines Zugversuchs

State of strain when a fracture zone of influence occurs during a tensile test

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

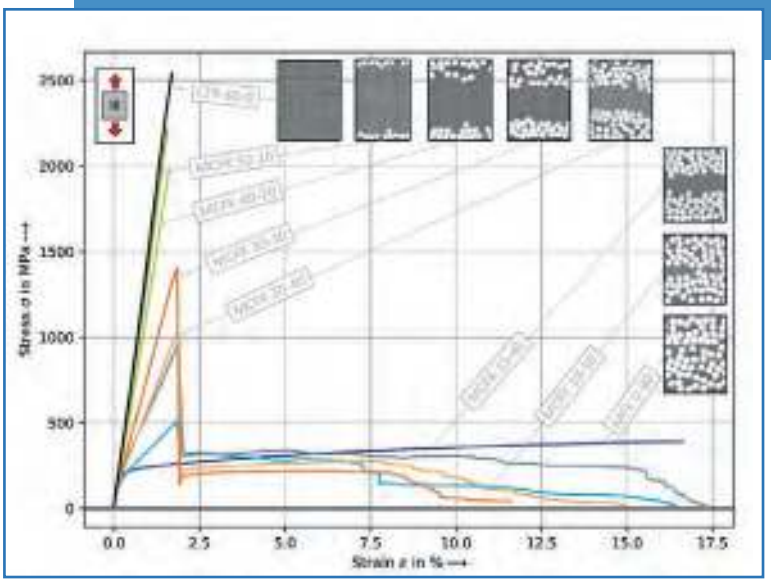
Das Projekt „Multifunktionale **M**etall-**C-F**aser-**K**unststoffe (MCFK): Modellierung und Eigenschaftscharakterisierung für schadenstolerante, leitfähige und überwachbare Leichtbauanwendungen“ wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 247753290.

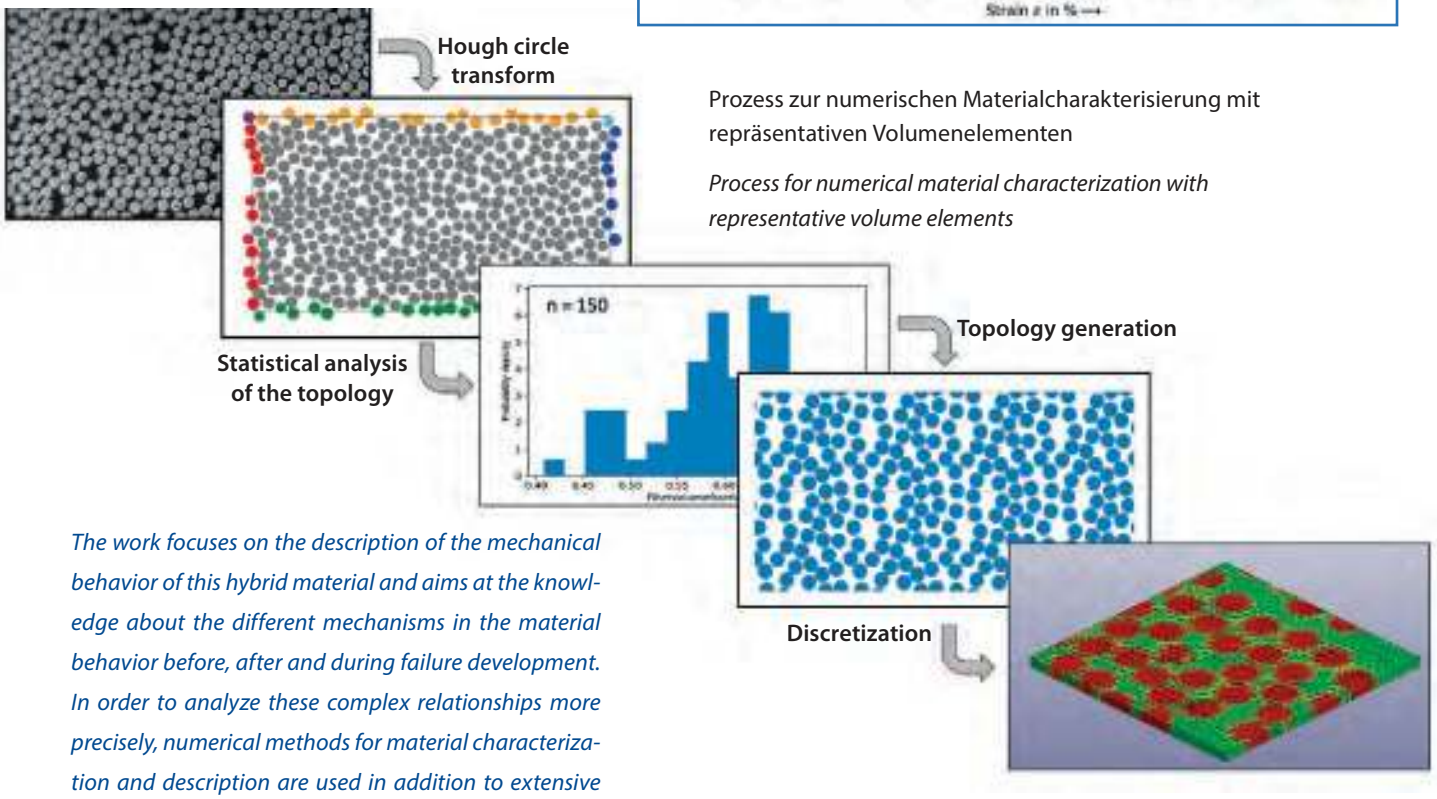
MCFRP – Function Integration using Metallic Endless Fibers

Thermoset carbon fiber reinforced polymers (CFRP) offer superior weight-specific mechanical properties. Major drawbacks are often their brittle failure behavior and the resulting limited structural integrity and 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). Within previous investigations it has been 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 reinforcing fibers, their individual properties, the laminate architecture, and particularly on the fiber-matrix adhesion.

Spannung-Dehnung-Verhalten von unterschiedlichen unidirektionalen MCFK-Konfigurationen in Faserrichtung

Stress-strain behavior of different unidirectional MCFRP configurations in fiber direction





Prozess zur numerischen Materialcharakterisierung mit repräsentativen Volumenelementen

Process for numerical material characterization with representative volume elements

The work focuses on the description of the mechanical behavior of this hybrid material and aims at the knowledge about the different mechanisms in the material behavior before, after and during failure development. In order to analyze these complex relationships more precisely, numerical methods for material characterization and description are used in addition to extensive experimental investigations.

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

andreas.baumann@ivw.uni-kl.de

Mediendichtheit – metallische Durchführungen für Kunststoffgehäuse

Andreas Baumann

Mediendichte Durchführungen zur elektrischen Kontaktierung sowie zur Zu- und Abfuhr von Betriebsstoffen sind wesentlich für den funktionssicheren Einsatz verschiedenster Gehäuse und Behälter des Transportwesens. Die Mediendichtigkeit muss dabei sowohl gegen das Eindringen aber auch Entweichen von Flüssigkeiten unter einem breiten Spektrum von Lastbedingungen gegeben sein. Der zunehmende Fokus auf Ressourceneffizienz bei gleichzeitig kostenoptimierter Konstruktion macht eine vollintegrierte Fertigung hybrider Komponenten aus metallischem Einleger in endlos- oder kurzglasfaserverstärkten Flächenbauteilen attraktiv. Durch die hybride Konstruktion sind keine zusätzlichen Komponenten oder Fertigungsschritte notwendig. Herausforderungen bei Konstruktion und Auslegung betreffen sowohl die geometrische Gestaltung der Durchführung als auch die Prüfung und Qualifizierung des Designs. Zum besseren Verständnis der Wirkmechanismen und zur Ableitung von Gestaltungshinweisen ist eine geeignete Bewertungsmethode zur Beurteilung der erreichten Dichtigkeit unter den Bedingungen der späteren Applikation notwendig. Die im Projekt verwendete in-situ Wasserstoffdichtheitsmessung verbindet die Vorteile einer konservativen Prüfung durch ein niedrigviskoses Testgas, das gleichzeitig auch ein möglicher Betriebsstoff zukünftiger Fahrzeuge sein könnte. Der Zusammenhang zwischen mechanischen Lasten und detektierter Leckage liefert wichtige Hinweise zur Gestaltung dauerhaft dichtender metallischer Durchführungen in hybriden Leichtbaukonstruktionen.

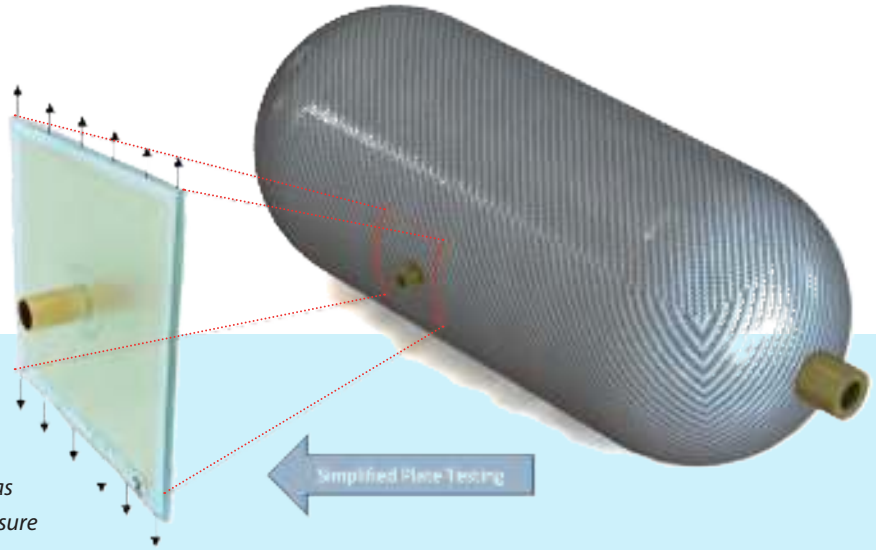
Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung verallgemeinerter Gestaltungsregeln für metallische Durchführungen in faserverstärkten Kunststoffen, sodass auch unter der Wirkung von Umwelt- und Betriebslasten eine dauerhaft dichtende Verbindung erhalten werden kann.

FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.

LEHRSTUHL FÜR KUNSTSTOFFTECHNIK
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer

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

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

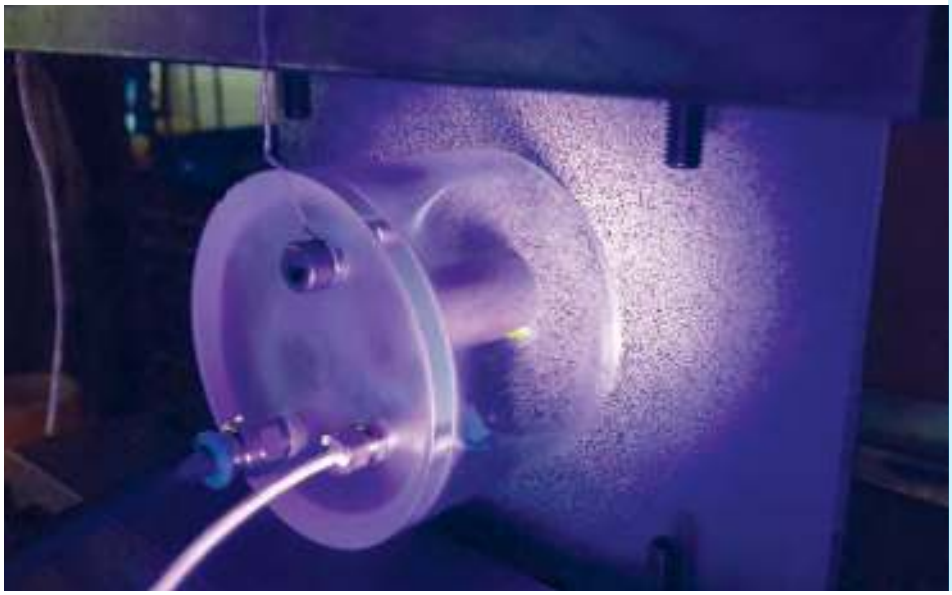


Prüflasten an einem Plattenprobekörper als vereinfachte Ersatzprüfung eines generischen Tanks unter Innendruckbeanspruchung

Testing loads applied on a simplified testing plate as representation of a generic vessel under inner pressure

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

Media Tightness – Metallic Feedthroughs in Composites



H2-Dichtheitsmessung mit Lokalisierung und Verifikation durch fluoreszierende Testflüssigkeit

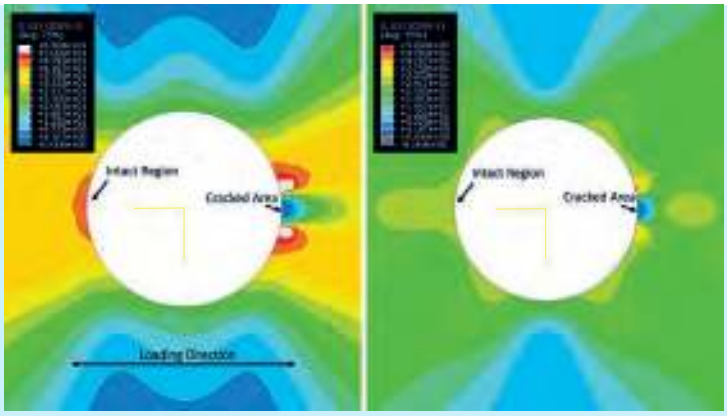
H2-leak detection with localization and verification by fluorescent testing fluid

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

Leak-proof feedthroughs for electrical contacting but also for the supply and removal of operating materials are essential for the functionally reliable use of a wide variety of housings and containers in the transport industry. The media tightness must be guaranteed against the entry and leakage of liquids under a wide range of load conditions. The increasing focus on resource efficiency combined with cost-optimized design makes a fully integrated production of hybrid components made of metallic inserts in continuous or short glass fiber reinforced surface components attractive. The hybrid design means that no additional components or production steps are required. Challenges in construction and design concern both the geometric design of the feedthrough and the testing and qualification of the design. For a better understanding of the mechanisms of action and to derive design recommendations, a suitable evaluation method is necessary to assess the achieved tightness under the conditions of the subsequent application. The in-situ hydrogen tightness measurement used in the project combines the advantages of a conservative test with a low viscous test gas, which could also be a possible fuel for future vehicles. The correlation between mechanical loads and detected leakage provides important information for the design of permanently sealing metallic feedthroughs in hybrid lightweight constructions.



Vergleich der Radialspannungen am Interface zwischen Einleger und Laminat mit initial orthotropem Lagenaufbau (links) und optimiertem Lagenaufbau (rechts)

Comparison of radial stresses at the interface between insert and laminate with initial orthotropic lay-up (left) and optimized lay-up (right)

The aim of the project is the development of generalized design rules for metallic feedthroughs in fibe reinforced polymer composites, so that a permanently sealing connection can be obtained even under the effect of environmental and service loads.

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).

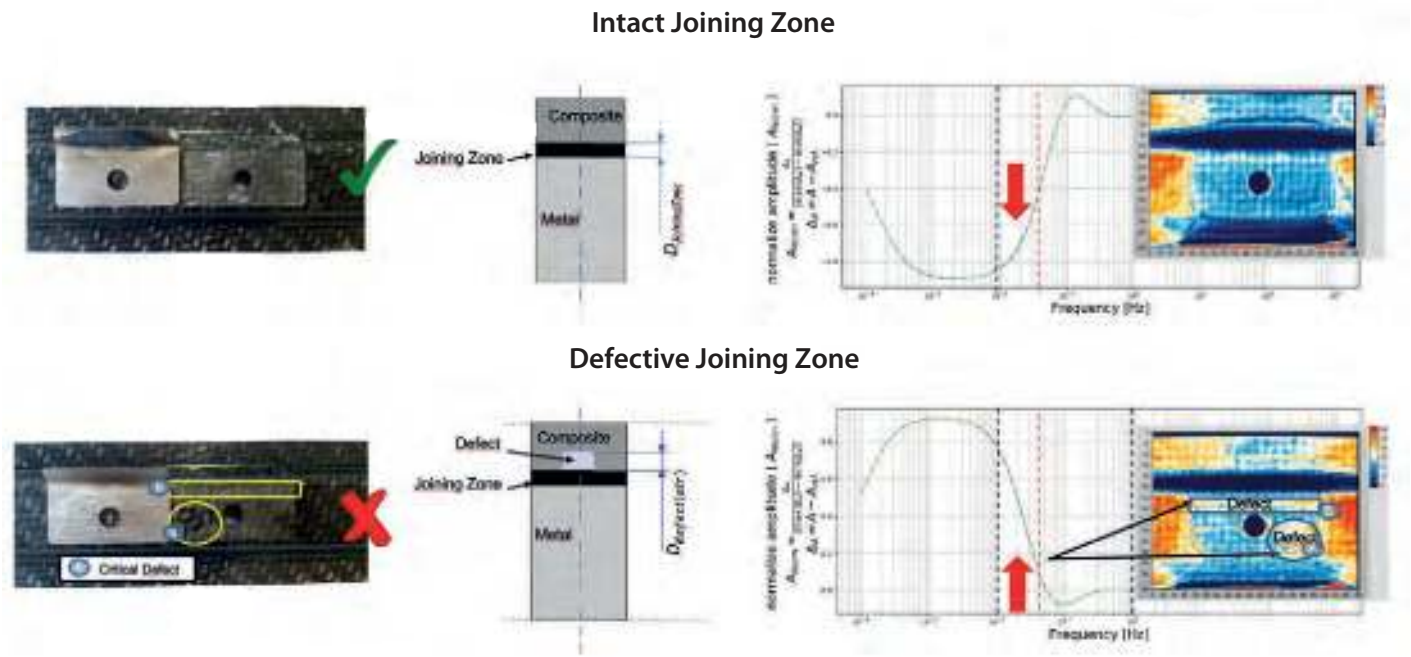
harutyun.yagdjian@ivw.uni-kl.de

Modellgestützte Infrarot-Thermografie an hybriden Verbundwerkstoffstrukturen

Harutyun Yagdjian

Zerstörungsfreie Bauteilprüfung mittels Infrarot-Thermografie (IRT) ist eine weitverbreitete Methode zur Untersuchung von Faserverbundstrukturen auf innere Defekte. Die Inspektion von Fügestellen in hybriden Strukturen z.B. aus einem thermoplastischen endlosfaserverstärkten Bauteil mit einem metallischen Krafteinleitungselement mittels der Lock-In- oder Puls-Phasen-Thermografie liefert schnell, berührungslos und bildgebend Informationen aus der verborgenen Fügezone. Für eine detaillierte Interpretation der Ergebnisse, zur Entscheidung ob eine intakte Fügezone vorliegt oder ob der Prozess fehlerhaft war, ist eine quantitative Auswertung zusammen mit einem analytischen Modell, welches die thermischen Eigenschaften des Bauteils quantitativ abbildet, unerlässlich.

Aufbauend auf Messdaten von verschiedenen Materialkombinationen und künstlichen sowie realen Fehlern werden in diesem Projekt Mehrschichtmodelle entwickelt und validiert, die nicht nur zur Unterstützung manueller Bauteilinspektion, sondern auch zur Entwicklung neuer KI-basierter Auswertealgorithmen zur automatisierten Prüfung genutzt werden können.



Analytisches Mehrschichtmodell für die quantitative Untersuchung von thermoplastisch geschweißten Fügestellen

Analytical n-layers model for quantitative characterization of joining zone in a thermoplastic welding

Model-Based Infrared-Thermography on Hybrid Composite Structures

Infrarot-Thermografie
an Faserverbundwerkstoffen

Infrared-thermography on fiber reinforced composites

Non-destructive component testing using infrared thermography (IRT) is a widely used method for examining fiber composite structures for internal defects. The inspection of joints in hybrid structures e.g. made of a thermoplastic continuous fiber reinforced component with a metallic force introduction element by means of lock-in or pulse-phase thermography provides fast, contact-free and imaging information from the hidden joining zone. For a detailed interpretation of the results, to decide whether an intact joining zone is present or whether the process was faulty, a quantitative evaluation together with an analytical model, which quantitatively maps the thermal properties of the component, is essential.

Based on measurement data of different material combinations and artificial as well as real defects, multilayer models are developed and validated in this project, which can be used not only to support manual component inspection, but also to develop new AI-based evaluation algorithms for automated testing.

maurice.gilberg@ivw.uni-kl.de

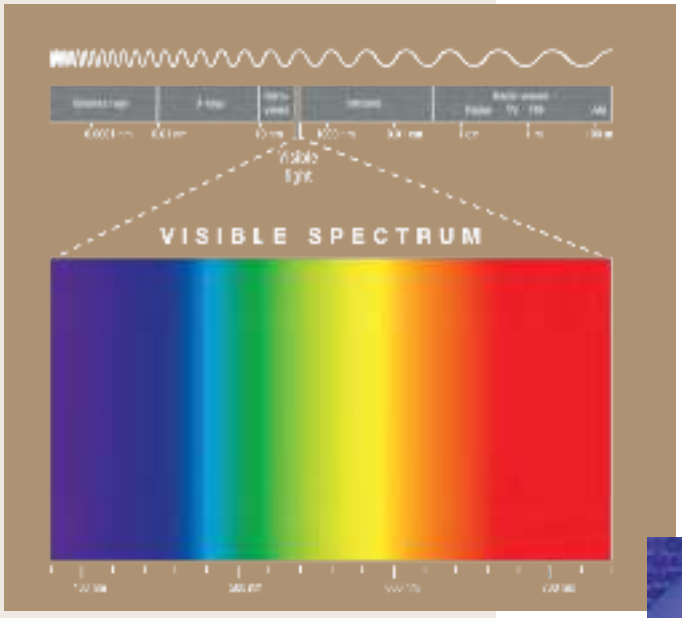
nanUVation – Schrumpfarme und UV-härtende Hausanschluss-Inliner

Maurice Gilberg

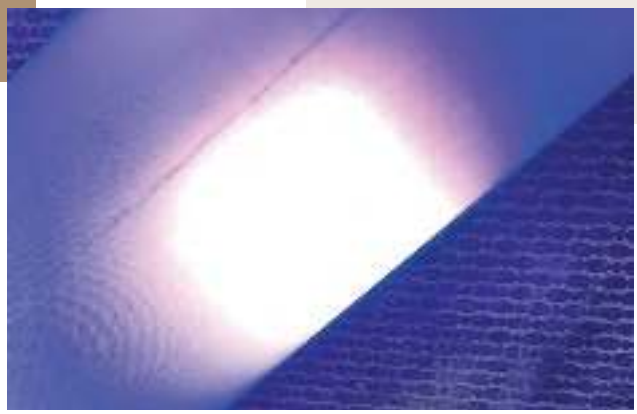
Die Sanierung von schadhaften Hausanschlussleitungen gestaltet sich wegen der oftmals eingeschränkten Zugänglichkeit, verbauter Rohrbögen und Dimensionswechsel als schwierig. Lösungen zur Sanierung von Schäden an Hausanschlüssen bieten jedoch spezielle Inliner aus Verbundwerkstoffen über grabenlose, zerstörungsfreie Verfahren. Dafür wird ein Schlauch aus Textil mit reaktivem Kunstharz imprägniert und in einem „Inversionsverfahren" mittels Wasser- oder Luftdruck in das Altrohr eingeführt und umgestülpt. Das so entstandene „Rohr-in-Rohr"-System kann anschließend gehärtet werden und dichtet damit die Reparaturstelle ab. In den letzten Jahren machte die Anwendung von UV-härtenden Reaktivharzen im Bereich der Kanalsanierung von Hausanschlüssen rasante Fortschritte. Als ein zentrales Problem erwies sich jedoch, dass der durch die Härtung bedingte Schrumpf der UV-Harze die Verklebung des Inliners mit dem Altrohr beeinträchtigt. Um ein Hinterlaufen am Lineranfang und -ende sowie an den Seitenanschlüssen zu verhindern, wird derzeit eine aufwändige zusätzliche Abdichtung an diesen Stellen vorgenommen. Ziel unserer Forschungsarbeiten ist die Entwicklung von schrumpfarmen Harzformulierungen und eines am Altrohr haftenden Inliners, der die aufwändigen Prozessschritte vermeidet und zu einem schnelleren, risikoärmeren und wirtschaftlicheren Verfahren führt. Dazu wird die thermomodulierte optische Refraktometrie als neue physikalische Methoden eingesetzt. Sie bietet unmittelbaren Zugang zu Messdaten der prozessbedingten Volumenausdehnung bzw. Schrumpf des Materials.

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

Projektpartner / *Partner:*
Fluvius GmbH, Meerbusch



Inliner mit Lichtquelle im Inneren
Inliner with light source inside



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

Das Projekt „nanUVation – Entwicklung schrumpfreduzierter sowie klebender faserverstärkter Kunststoffe für die Applikation als Hausanschluss-Inliner unter UV-Aushärtung" wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052327).

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

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag

Textilschlauch für
Hausanschluss-Sanierung

Textile tube for house connection renovation

Rohr-in-Rohr System
mit gehärtetem Inliner

Cured in place pipe

The renovation of damaged house connection pipes is difficult due to the often limited accessibility, installed pipe bends as well as dimensional changes. However, solutions for the renovation of house connections' damages are offered by special inliners, made of composite materials using trenchless, non-destructive methods. For this purpose, a textile hose is impregnated with reactive synthetic resin and, in an "inversion process", is inserted into the old pipe by using water or air pressure and turned inside out. The resulting "pipe-in-pipe" system can then be cured, thus sealing the damaged area. In recent years, the use of UV-curing reactive resins in the field of sewer renovation of house connections has made rapid progress. However, a central problem has proved to be that the shrinkage of the UV resins caused by curing impairs the bonding of the inliner to the old pipe. In order to prevent backflow at the start and end of the liner and at the side connections, an elaborate additional seal is currently being applied at these places. The aim of this project is to develop low-shrinkage resin formulations and an inliner that adheres to the old pipe. This avoids the time-consuming process steps and leads to a faster, lower-risk and more economical process. Thermo-modulated optical refractometry is used as a new physical method for this purpose. It offers direct access to measurement data of the process-related volume expansion or shrinkage of the material.

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

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

thomas.rief@ivw.uni-kl.de

Next-Move – Neuartige Konzepte für Landeklappen

Thomas Rief

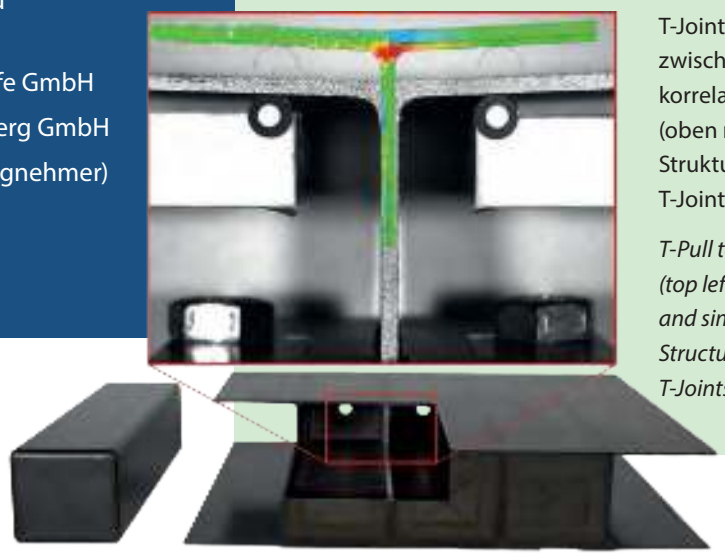
Im Verbundprojekt Next-Move wurde eine Methodik zur Herstellung komplexer Hohlstrukturen aus Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) entwickelt. Dabei werden hohlförmige Kernstrukturen aus FKV eingesetzt, sodass sie im Herstellungsprozess als Kern genutzt werden können. Nach der Aushärtung sind sie mit den umgebenden Elementen und der Außenhaut strukturell verbunden. Die Technologie ermöglicht eine kostengünstige und gewichtsoptimierte Produktion von geschlossenen FKV-Hohlstrukturen, wodurch verlorene oder aufwendig demontierbaren Kerne nicht mehr benötigt werden. Zusätzlich bietet sie vielfältige konstruktive Möglichkeiten zur Realisierung von Hinterschnitten, Krümmungen und auch Lasteinleitungselementen. Im Rahmen des Projekts wurde ein Herstellverfahren für strukturelle Kerne umgesetzt. Für ein Optimum an mechanischer Festigkeit und Anbindungsfähigkeit werden die Kerne teilausgehärtet. Hierfür wurden die Aushärtung des Kernmaterials umfassend charakterisiert und die Verbindungseigenschaften zwischen Kern und Deckschichten experimentell überprüft. Mehrere Demonstratorstrukturen wurden unter Nutzung von strukturellen Kernen, die hinsichtlich ihres Lagenaufbaus und Teilaushärtegrads optimiert sind, gefertigt. Der Demonstrator, die sogenannte Multicell-Box, stellt dabei ein Beispiel eines Landeklappenabschnitts aus dem Luftfahrtbereich dar. Die hergestellten Strukturen werden abschließend in T-Zug und T-Biegeversuchen 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.

Next Move
Design & Assembly Concepts of Next Generation of Moveables

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
lcc – Lehrstuhl für Carbon Composites (Unterauftragnehmer)
IFB – Institut für Flugzeugbau (Unterauftragnehmer)
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH
P3 group GmbH (Unterauftragnehmer)



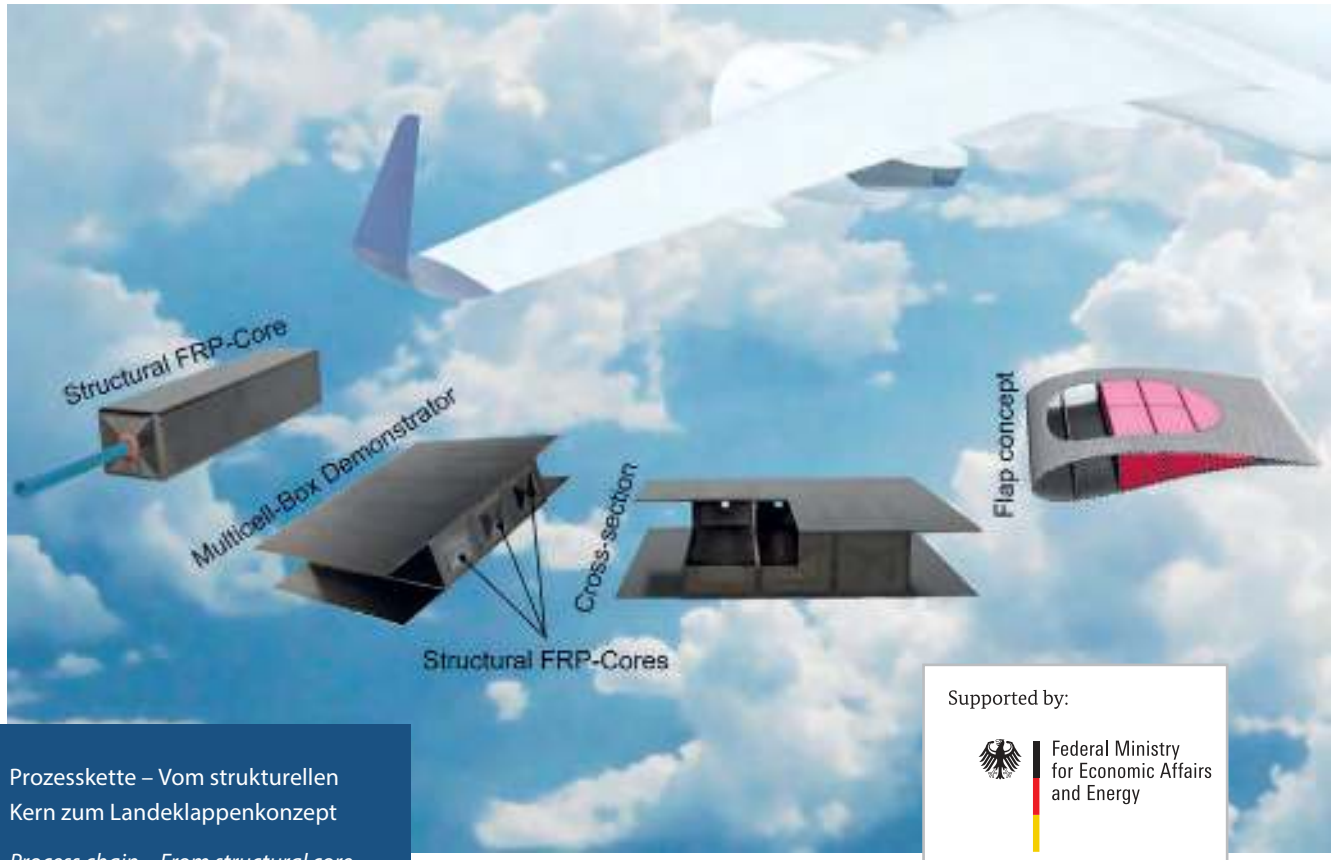
T-Joint Zugversuche – Vergleich zwischen Versuch mit digitaler Bildkorrelation (oben links) und Simulation (oben rechts);
Struktureller Kern und Position der T-Joints in der Multicell-Box (unten)

T-Pull tests – Comparison of experiment (top left) with digital image correlation and simulation (top right);
Structural FRP core and position of T-Joints in the Multicell-Box (bottom)

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“ wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen 20W1512D).

Next-Move – Novel Concepts for Flaps



Prozesskette – Vom strukturellen Kern zum Landeklappenkonzept

Process chain – From structural core to flap concept

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 of closed hollow structures from fiber-reinforced polymers was investigated. The process relies on hollow composite structures, which act as a mandrel 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 technology enables the designer to incorporate various constructional elements, such as undercuts, curvatures or novel load introduction solutions. Within the scope of the project a method for manufacturing the hollow composite structures, so- called structural cores, has been implemented. For an optimum of mechanical stability and bonding ability the cores are partially cured. For this purpose, the core material curing process has been extensively analyzed and the bonding properties of core and covering layers have been determined in mechanical experiments. Several example structures, so-called multi-cell boxes, demonstrating a section of an aircraft landing flap were manufactured using structural FRP cores. The manufactured structures are finally tested in T-Pull and T-Bending set-ups and compared to the 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" was funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference 20W1512D).

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

Optimierung einer stationären Siphon-Imprägniereinheit

Michael Päßler

Benedikt Bergmann

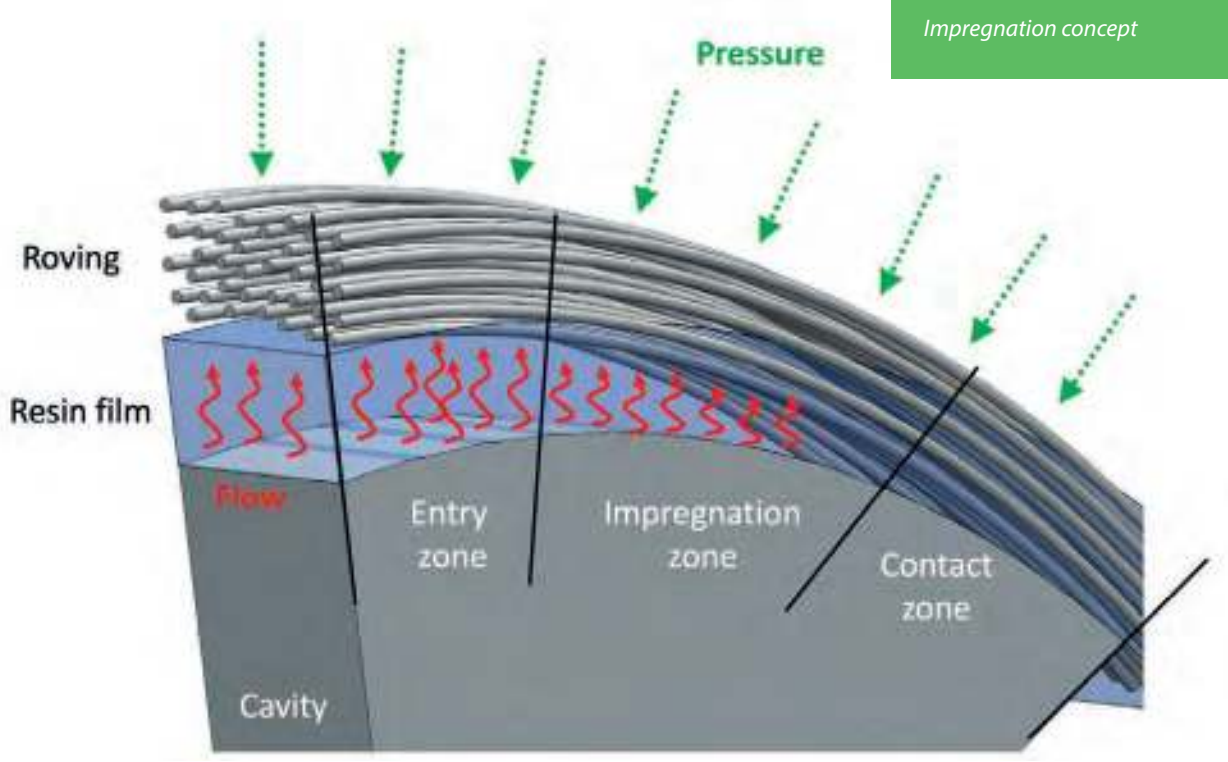
Im Rahmen des Projekts IntCDC beteiligt sich das IVW mit der Entwicklung einer stationären Inline-Siphon-Imprägniereinheit für die Verarbeitung von Kohlenstofffasern (CF) zur Herstellung modularer CFK-Strukturen im Bauwesen. Diese wird in eine Roving-Imprägnieranlage zu Forschungszwecken am Institut für Flugzeugbau (IFB) integriert. Ziel ist es dabei, eine robuste und zuverlässige Konstruktion für die Fertigung neuartiger Gebäudesysteme zu entwickeln, die für die Einsatzbedingungen im Bereich Bauwesen und die dafür geeigneten Faser- und Matrixwerkstoffe optimiert ist. Zur kontinuierlichen Imprägnierung von bis zu 6 x 50k CF-Rovings sollen Prozessgeschwindigkeiten von 50–500 mm/s erreicht werden bei gleichmäßigem Fasergehalt von bis zu 50 Vol.-%. Für die Grobauslegung und Dimensionierung der Siphonkavitäten in Bezug auf die geforderte Imprägniergüte wird unter Verwendung des IVW-eigenen Simulationstools (Software) unter Berücksichtigung der physikalischen Eigenschaften von Harz und Fasern vorgenommen. Der Nachweis der Umsetzbarkeit wird durch die Fertigung und Implementierung eines Prototyps der neuen Imprägniereinheiten durch das IntCDC Konsortium vorgenommen.

IFB
Institut für Flugzeugbau
Institute of Aircraft Design

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

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

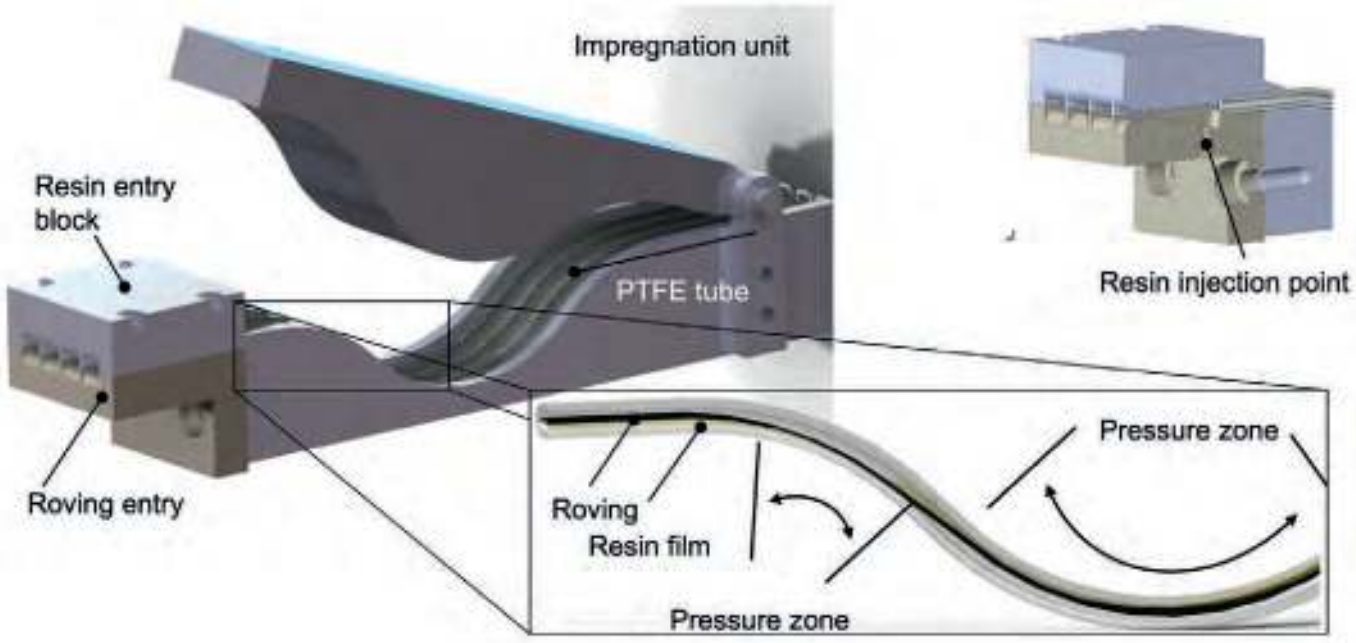
Imprägnierkonzept
Impregnation concept



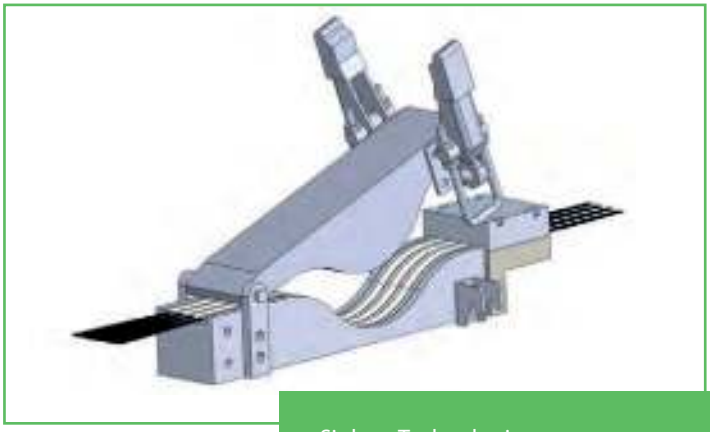
Optimization of a Stationary Siphon Impregnation Unit

Siphon-Aufbau und Funktion

Siphon construction and function



As part of the IntCDC project, IVW is participating in the development of a stationary inline siphon impregnation unit for processing carbon fibers (CF) in the production of modular CFRP structures in construction. This is integrated into a roving impregnation system for research purposes at the Institut für Flugzeugbau (IFB). The aim is to develop a robust and reliable construction for the production of new building systems, which is optimized for the service conditions in the construction sector as well as for the fiber and matrix materials, used for such applications. For continuous impregnation of up to 6 x 50k CF rovings, process speeds of 50–500 mm/s should be achieved with a uniform fiber content of up to 50%. The general design and dimensions of the siphon cavities in relation to the required impregnation quality is carried out using IVW's own simulation tool (software), taking into account the physical properties of resin and fibers. The feasibility is demonstrated by the manufacture and implementation of a prototype of the new impregnation units by the IntCDC consortium.



Siphon-Technologie
(IVW-Entwicklung)

Siphon technology
(IVW inhouse development)

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

florian.gortner@ivw.uni-kl.de

OrganiQline – Neue Maßstäbe in der Küche

Florian Gortner

Im Rahmen eines gemeinsamen Projektes wurde von den Projektpartnern Holzwerk Rockenhausen GmbH & Co. KG, J. Dittrich & Söhne Vliesstoffwerk GmbH und dem Institut für Verbundwerkstoffe ein nachhaltiger Faserverbundwerkstoff zur Anwendung für Innenausstattungen in Küchen-Schubkästen und -Auszügen entwickelt. Diese werden vom Holzwerk Rockenhausen weltweit vertrieben. Konkrete Projektinhalte waren hierbei unter anderem die Entwicklung des umweltverträglichen Verbundwerkstoffes „OrganiQ" basierend auf 78 Gew.-% Naturfasern (Hanf und Kenaf) und 22 Gew.-% duroplastischem Bindemittel durch die Firma Dittrich & Söhne. Parallel hierzu entwickelte das IVW einen Verarbeitungsprozess, welcher sowohl auf die Nutzung des vorhandenen Maschinenparks als auch auf die anspruchsvollen Qualitätskriterien der Firma Holzwerk Rockenhausen abgestimmt wurde. Das entwickelte Material kann als Alternative oder Ergänzung zu hochwertigen Hölzern genutzt werden. Durch die Symbiose von Naturfaser-Halbzeugen und hochwertigen Hölzern wurde die „OrganiQline" durch das Holzwerk Rockenhausen entwickelt.

Durch die Kooperation lokaler Projektpartner konnte in einer sehr kurzen Entwicklungszeit ein neuer Faserverbundwerkstoff für eine innovative Anwendung entwickelt und etabliert werden. Dies trägt zur Stärkung des Wirtschafts- und Wissenschaftsstandortes Rheinland-Pfalz bei.

Projektpartner / *Partners:*
Holzwerk Rockenhausen GmbH & Co. KG
J. Dittrich & Söhne Vliesstoffwerk GmbH

© Holzwerk Rockenhausen

Schubladeneinsatz aus OrganiQ und Räuchereiche

Drawer insert based on OrganiQ and smoked oak

Wir danken den Projektpartnern für das in uns gesetzte Vertrauen und die sehr gute Zusammenarbeit.

OrganiQline – New Benchmarks in the Kitchen

© Holzwerk Rockenhausen

Schubladeneinsatz:
CombiLine horizontal basierend auf Holzwerkstoffen

Drawer insert:
CombiLine horizontal based on wooden material

Within a cooperation project, the partners Holzwerk Rockenhausen GmbH & Co. KG, J. Dittrich & Söhne Vliesstoffwerk GmbH and Institut für Verbundwerkstoffe developed a bio-based and renewable fiber reinforced composite material for kitchen drawers and pull-outs. These parts are sold worldwide by Holzwerk Rockenhausen. Within the project the ecologically beneficial fiber reinforced composite "OrganiQ" based on 78 wt.-% natural fibers (hemp and kenaf) and 22 wt.-% thermoset binder material was developed by Dittrich & Söhne. Furthermore, the IVW developed a manufacturing process, which was adapted to both the existing machinery and the high quality criteria of Holzwerk Rockenhausen. The developed material can be used as an alternative or a supplement to high-quality wood components. Due to the symbiosis of natural fiber reinforced composites and high-quality wood, Holzwerk Rockenhausen developed "OrganiQline".

By the a cooperation of local partners, a new fiber reinforced composite for new and innovative applications was developed and established within a short time. This contributes to strengthening Rhineland-Palatinate as a location for both business and science.

We would like to thank the project partners for the trust they have placed in us and for the very good cooperation.

julian.weber@ivw.uni-kl.de

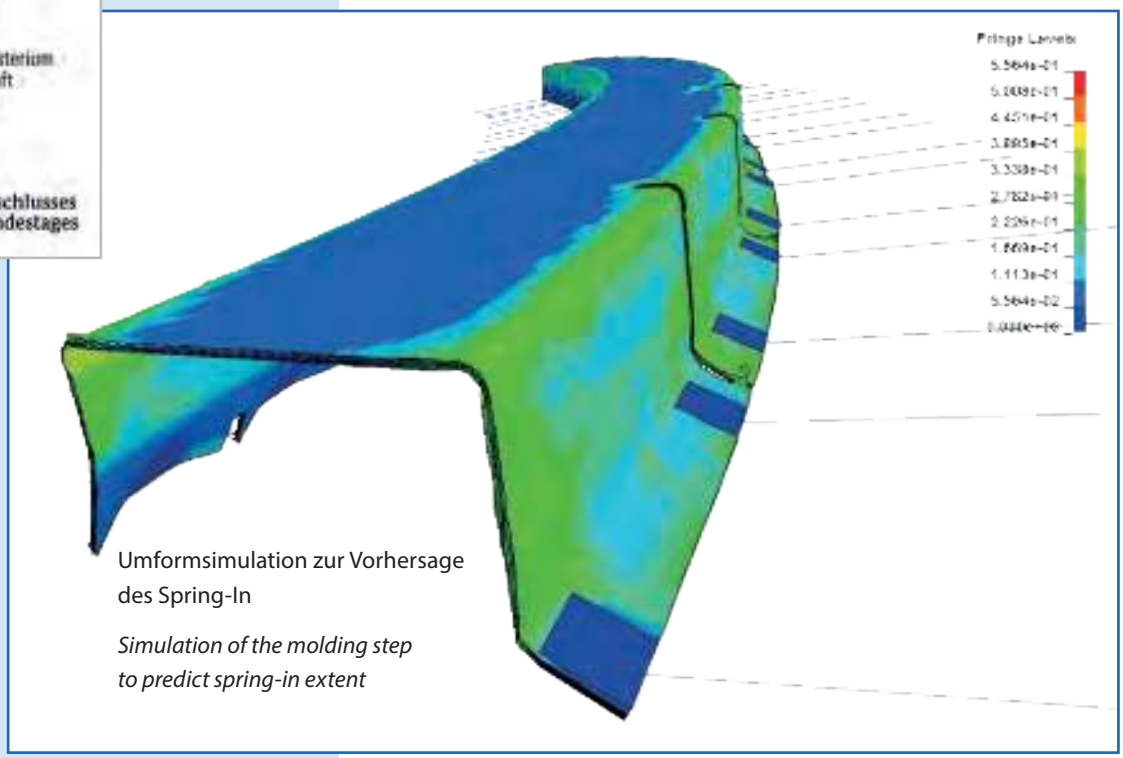
OSFIT – Thermoplastische Integralspante im Direktumformverfahren

Julian Weber

Im Luftfahrtforschungsprojekt OSFIT wird die Fertigbarkeit von FKV-Integralbauteilen am Beispiel eines Flugzeugspants untersucht. Die Prozessroute setzt sich aus den Einzelprozessen Thermoplast-Tapelegen und Umformen zusammen, wobei der Umformschritt durch Co-Konsolidierung von Versteifungselementen im One-Shot Verfahren erweitert wird. Mit Hilfe dieser Prozesshybridisierung sollen aufwendige Montageprozesse von Einzelteilen wegfallen, sodass Herstellungskosten eingespart werden. Die Verwendung von Thermoplasten statt etablierten Duroplasten bietet neben den Vorteilen in der Verarbeitung viele Möglichkeiten im Recycling. Das IVW untersucht den Schmelzfügeprozess im Thermoformverfahren von Coupon- bis Bauteilebene. Zielgrößen sind dabei der notwendige Konsolidierungsgrad der Tape-Preform und die Festigkeit der Fügezone. Als zweite Methode der Fertigung von Integralbauteilen wird im Projekt das Hinterspritzen der Spante nach dem Thermoformen untersucht. Zur Unterstützung der Auswahl an Prozessparametern im Tapelegen wird der Umformvorgang simuliert und im Zuge dessen auch Spring-In Effekte berücksichtigt. Außerdem wird ein 3D-Druckverfahren zum Ausgleich von Spaltmaßtoleranzen zwischen Rumpfstruktur und den Integralspanten entwickelt.

Das Ziel ist die Entwicklung eines hochautomatisierten Herstellungsprozesses für CFK-Flugzeugspante mit Thermoplast-Matrix. Durch die Integralbauweise sollen Kosten und Zeit in der Fertigung eingespart werden.

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

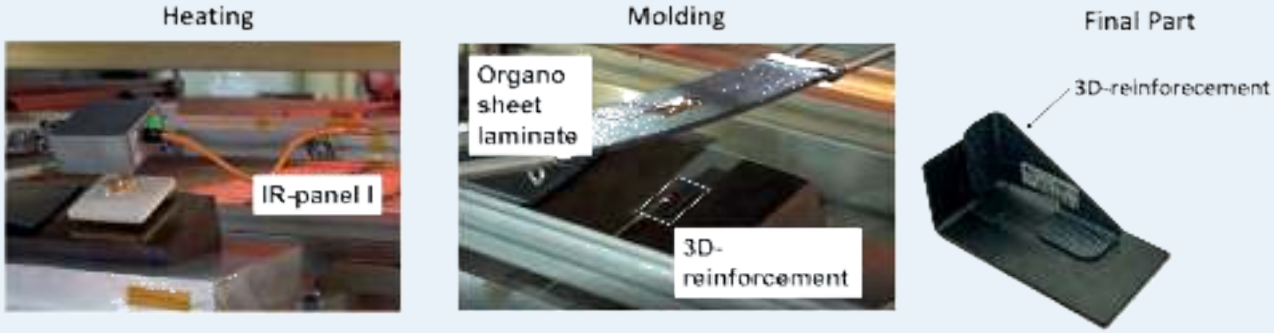


Umformsimulation zur Vorhersage des Spring-In

Simulation of the molding step to predict spring-in extent

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).

OSFIT – Thermoplastic Integral Frames in One Shot Process



Umformfügen auf Labormaßstab

One-Shot process of molding and joining on a laboratory scale

In the aviation research project OSFIT the manufacturability of CFRP integral parts is investigated using the example of aircraft frames. Manufacturing comprises the individual steps automated tape laying (ATL) and molding, whereas molding is extended by joining of reinforcement parts by means of co-consolidation. Doing so, costly single component assembling is omitted to reduce overall manufacturing costs. Using thermoplastics does not only open up new paths in manufacturing but also in recycling. IVW is investigating this fusion bonding process of co-consolidation in stamp-forming from lab to demonstrator part level. Thereby, objects of interest are the required extent of tape-preform consolidation and the joining zone strength. Second route of integral part manufacturing investigated within this project is injection molding of stiffeners onto the frames after stamp-forming. Simulation of tape preform molding is to support parameter setting of the ATL process and the prediction of spring-in effects. Gaps due to component tolerances of the fuselage structure and the integral frames are shimmed by means of 3D printing during frame assembly.

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.

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

Small-Scale Demonstrator eines Rumpfschalen-Integralspantes

Small scale demonstrator of an fuselage integral frame

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).

alexander.faas@ivw.uni-kl.de

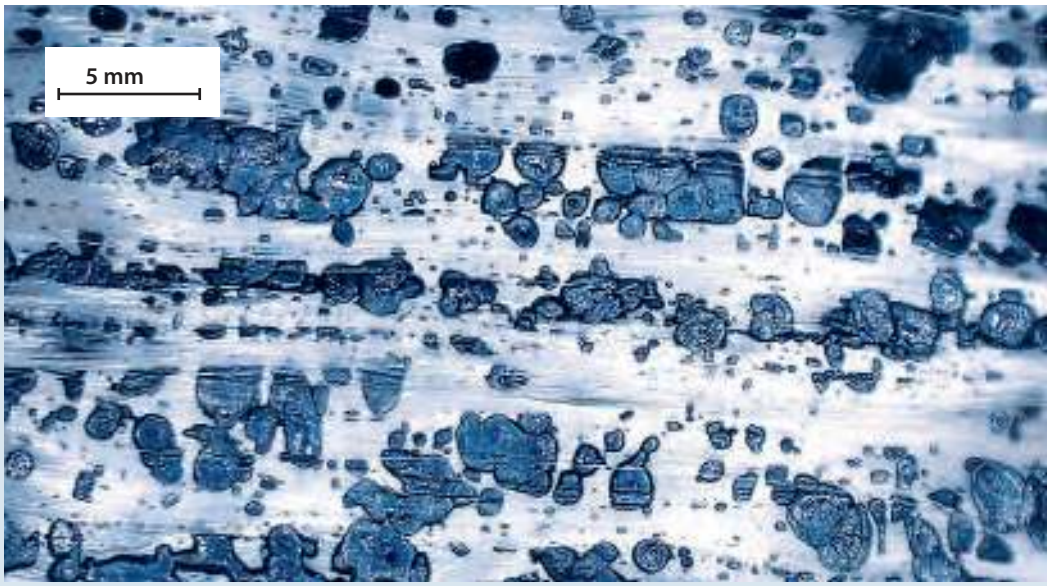
PowderTape – Flexible Prozesskette für Thermoplast-Composites

Alexander Faas

Das Tapelegen ermöglicht die richtungs- und positionsvariable Ablage von unidirektional faserverstärkten Bändchenhalbzeugen. Hierbei ist eine sehr genaue Anpassung des Laminataufbaus an die jeweilige Belastungssituation möglich. Im Gegensatz zur breiten Verwendung von Duroplasten bietet der Einsatz thermoplastischer Tapes Vorteile wie die lösungsmittelfreie Herstellung quasi unendlich lagerbarer Halbzeuge, verbesserte Möglichkeiten für das Werkstoffrecycling sowie eine hohe Schlagzähigkeit. Am Markt werden gegenwärtig vor allem gängige Faser-Matrix-Kombinationen als Tapes angeboten und die Preise sind relativ hoch. Davon abweichende Materialkombinationen müssen individuell gefertigt werden, was erst bei relativ großen Stückzahlen wirtschaftlich sinnvoll ist. Das Anwendungsspektrum des ansonsten sehr flexiblen thermoplastischen Tapelegens ist dadurch deutlich eingeschränkt. In einem Kooperationsprojekt mit der M&A Dieterle GmbH forscht das IVW an einer neuartigen Prozesskette, welche die geometrische Flexibilität des Tapelegeverfahrens um eine hohe Materialflexibilität ergänzen soll. Dabei werden zunächst mit Thermoplast bepulverte Tapes hergestellt. Diese werden anschließend durch einen Tapelegeprozess zu Preforms verarbeitet und im finalen Verarbeitungsschritt in einem Thermoform-Prozess zu einem Bauteil verpresst. Mit anvisierten Beschaffungspreisen von unter 500.000 € soll die entwickelte Anlagentechnik für die Tapeherstellung und -ablage auch für KMUs interessant sein und diesen den Einstieg in die Technologie der thermoplastischen Composites erleichtern.

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

Projektpartner / *Partner:*
M&A Dieterle GmbH



Glasfaser-Tape
imprägniert mit Thermoplast-Pulver

Glass fiber tape
impregnated with thermoplastic powder

Das Projekt „PowderTapes – Flexible Prozesskette für die Herstellung hochleistungsfähiger Thermoplast-Composites auf Basis pulverimprägnierter Fasertapes; Prozesstechnologie und Auslegungsmethodik für die Verarbeitung von Preforms auf Basis pulverimprägnierter Fasertapes zu hochleistungsfähigen Thermoplast-Composites“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen ZF4052326PK9).

PowderTape – Flexible Process Chain for Thermoplastic Composites

Bepulverungsanlage
„UD fixed Tow Produktionsanlage“,
M&A Dieterle GmbH

Powdering system
“UD fixed Tow production plant“,
M&A Dieterle GmbH

Tape laying enables direction- and position-variable placement of unidirectional fiber reinforced polymer tapes. This allows a very precise adaptation of the laminate structure to the respective load situation. In contrast to the widespread use of thermosets, the use of thermoplastic tapes offers advantages such as the solvent-free production of semi-finished products,which can be stored almost indefinitely, as well as improved possibilities for material recycling and high impact strength. Tapes are mainly offered in common fiber-matrix combinations on the market at present and the prices are relatively high. Material combinations deviating from these must be manufactured individually, which is only cost-efficient for relatively large quantities. This significantly limits the range of applications of the otherwise very flexible thermoplastic tape laying process. In a cooperation project with M&A Dieterle GmbH, IVW is researching on a new type of process chain that is intended to complement the geometric flexibility of the tape laying process with a high degree of material flexibility. Initially, tapes powdered with thermoplastic are produced. These are then processed into preforms by a tape laying process and eventually fully impregnated and consolidated to the final component via a thermoforming process. With targeted investment costs below 500,000 €, the developed production technologies for tape production and placement are designed to be of interest also for SMEs and facilitate their entry into the technology of thermoplastic composites.

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

ZIM
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

The project “PowderTapes – Flexible Process Chain for the Production of High-Performance Thermoplastic Composites based on Powder-Impregnated Fiber Tapes; Process Technology and Design Methodology for the Processing of Preforms based on Powder-Impregnated Fiber Tapes into High-Performance Thermoplastic Composites” is funded by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi) on the basis of a decision by the German Bundestag (funding reference ZF4052326PK9).

pro-TPC-Struktur – Innovative Hybridspritzgusstechnologie

Alexander Nuhn

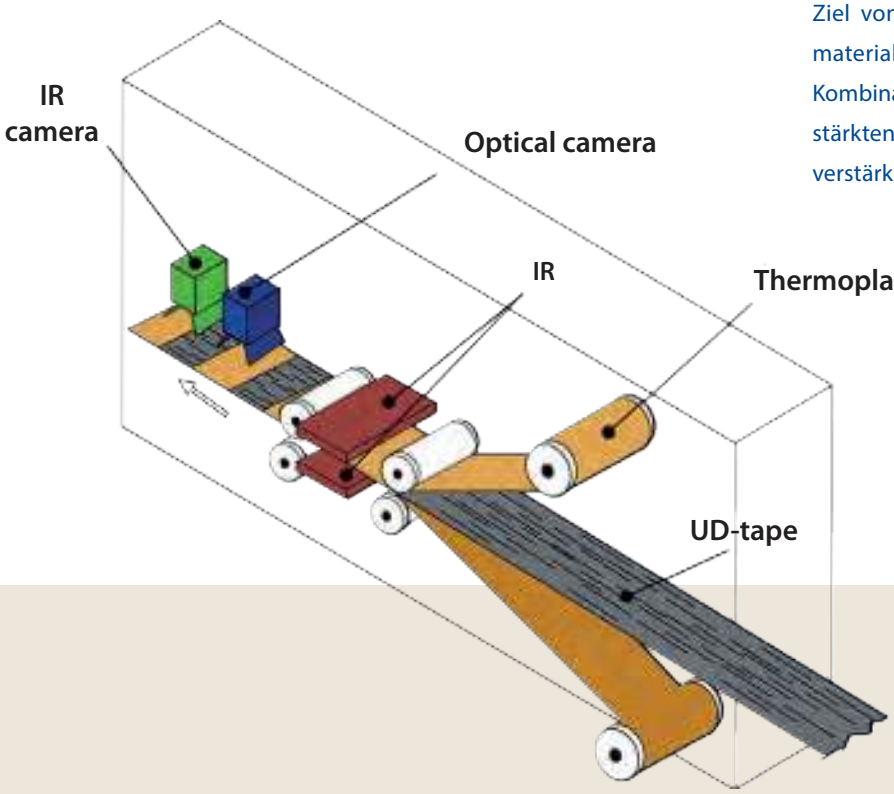
Esha

alexander.nuhn@ivw.uni-kl.de

esha@ivw.uni-kl.de

Der Faserkunststoffverbund (FKV) schafft es in der Praxis häufig nicht, metallische Werkstoffe zu verdrängen. Dies liegt vor allem an signifikanten Preisunterschieden für die Ausgangsmaterialien. Eine vielversprechende Strategie, um ein preislich attraktives Endprodukt mit gesteigertem Leistungsspektrum zu erhalten, ist die Kombination von kurz- und endlosfaserverstärkten Thermoplasten (TP). Hierbei wird die Endlosfaserverstärkung nur lokal in hochbelasteten Bereichen entlang der Hauptlastpfade eingesetzt. Hochbelastete Bereiche werden im Projekt durch Topologieoptimierung und Finite Elemente (FE) Simulationen identifiziert. Durch die methodische Erarbeitung einer Simulationskette zur Verknüpfung verschiedener Auslegungstools (CAD, FE, Topologieoptimierung, Prozesssimulation) wird das Ziel einer umfassenden virtuellen Auslegung von hybriden thermoplastischen FKV Strukturbauteilen verfolgt.
Durch die Schmelzbarkeit von TP ist es möglich auf effiziente, wirtschaftliche Verarbeitungsmethoden zurückzugreifen, welche sich vor allem durch kurze Taktzeiten und große Stückzahlen auszeichnen. Hierzu gehört das Spritzgussverfahren, welches durch Automatisierungstechnik wesentlich zur Wirtschaftlichkeit des Konzepts beiträgt. Im Projekt wird die vorhandene Spritzgussanlagentechnik auf die speziellen Anforderungen von hybriden thermoplastischen FKV Strukturbauteilen angepasst. Eine Herausforderung liegt hierbei in der Herstellung eines hinreichend festen Interface zwischen Einleger und Spritzgussmasse.

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



Modifikation des endlosfaserverstärkten Einlegerausgangsmaterials zur stoffschlüssigen Verbindung an die Spritzgussmasse

Modification of endless fiber reinforced insert material for optimized interface strength

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).

pro-TPC Structure - Innovative Hybrid Injection Molding Technology

Spritzgussmaschine
Engel Victory 400

Injection
molding machine
Engel Victory 400

RheinlandPfalz

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.

Fiber reinforced polymers (FRP) are often not able to economically replace metals for structural applications, due to significant differences in material prices. A promising strategy for price attractive products with superior properties is the combination of short and endless fiber reinforced thermoplastics (TP). Within this strategy, the endless fibers are only used locally in highly loaded areas of the structure and along the main load paths. Within the project, these highly loaded areas are identified by topology optimization and finite element (FE) simulations. By the methodological development of a simulation chain, different engineering tools (CAD, FE, topology optimization, process simulation) are connected to pursue the aim of an extensive virtual development of hybrid thermoplastic structural FRP parts.

Due to the meltability of TP, efficient and economic manufacturing techniques can be used, which are characterized by short cycle times and high production rates. The injection molding technology is one of these techniques. With this technology and a high degree of automation, the efficiency and economy of the concept can be increased. In the project, the available injection molding machines will be adapted to the requirements of hybrid thermoplastic structural FRP parts. A special challenge is the establishment of sufficient interface strength between insert and overmold.

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).

stephan.becker@ivw.uni-kl.de

Prozessoptimierung des Induktionsschweißens von CFK-Organoblechen

Stephan Becker

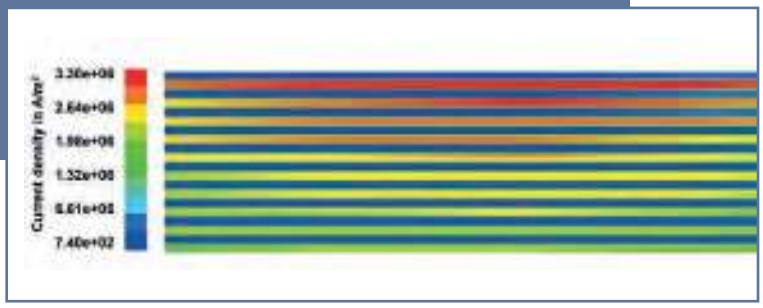
In der ersten Projektphase wurden der Einfluss der Textil- und Laminatparameter auf das induktive Aufheizverhalten untersucht. Basierend auf den Ergebnissen wurde ein für das Induktionsschweißen optimierter Laminataufbau hergeleitet. Zur Verbesserung der Oberflächenkühlung wurde eine neuartige Kühlmethode entwickelt. Ebenfalls wurde die temperaturabhängige Druckverteilung im Fügebereich unterhalb der Konsolidierungsrolle mittels eines FEM-Modells untersucht. Im Fokus der zweiten Projektphase steht die Zusammenführung der zuvor gewonnenen Erkenntnisse in ein multphysikalisches Gesamtmodell des kontinuierlichen Induktionsschweißprozesses. Hierfür wird zunächst die elektrische Leitfähigkeit in Abhängigkeit der Textil- und Laminatparameter analytisch beschrieben sowie die zuvor entwickelte Oberflächenkühlung und das entwickelte Konsolidierungsmodell in das Gesamtmodell implementiert. Die Verifikation der Simulationsergebnisse erfolgt durch Schweißversuche am Schweißroboter in Verbindung mit mechanischen Prüfungen.

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

Deutsche Forschungsgemeinschaft

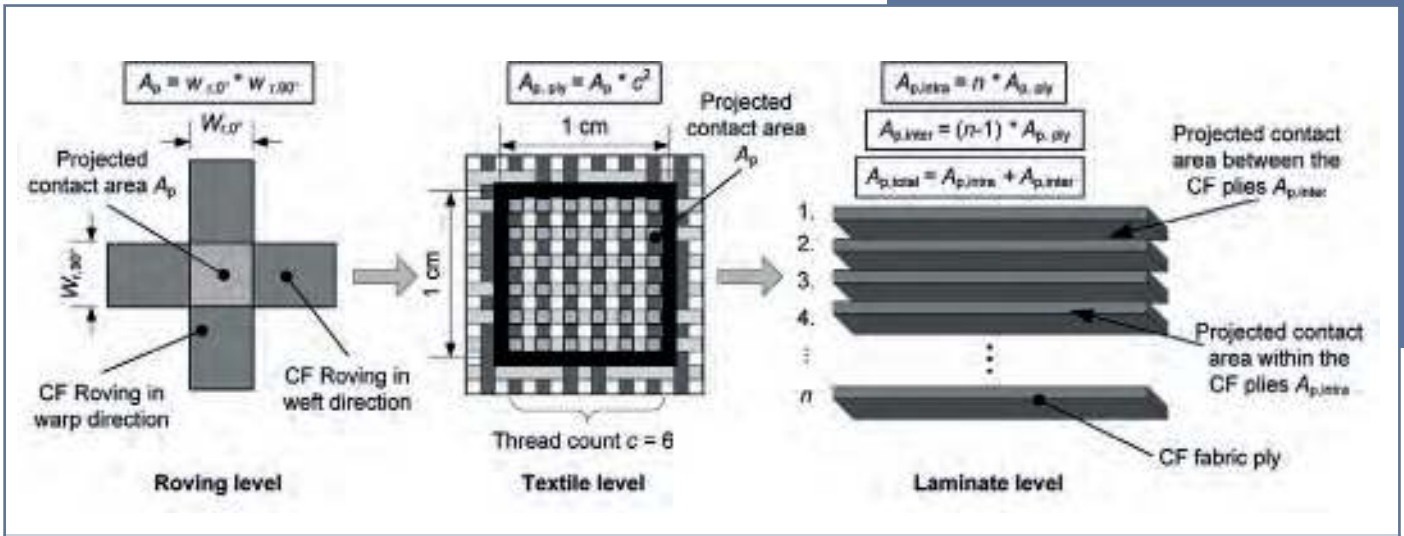
Verteilung der Stromdichte innerhalb eines Kreuzverbund-Laminats (Induktor befindet sich oberhalb des Laminats)

Distribution of the current density within a cross ply laminate (inductor is located above the laminate)



Bestimmung der projizierten Kontaktfläche im Laminat

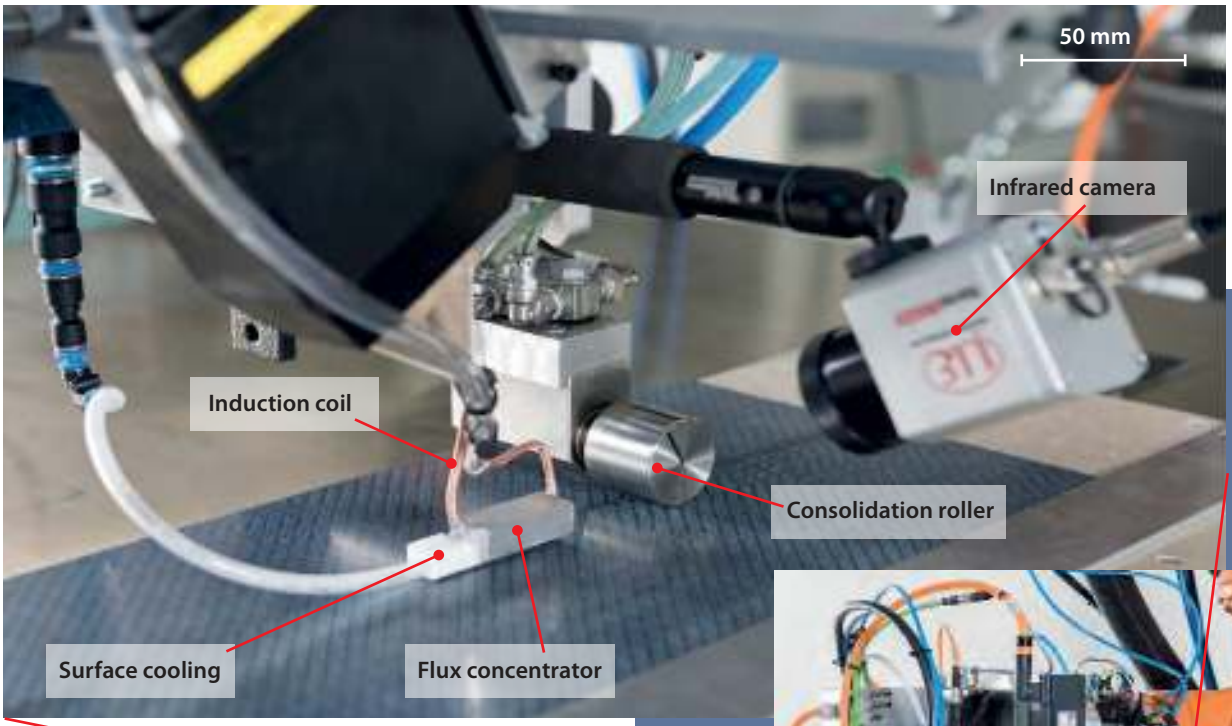
Determination of the projected contact area in the laminate

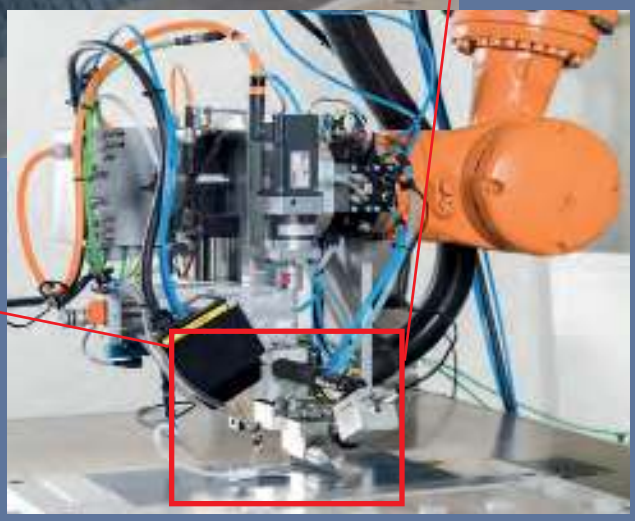


Quelle: Becker, S.; Mitschang, P.: Influence of the thread-count of carbon twill textile reinforced polyamide 66 laminates on the inductive heating behavior, Journal of Thermoplastic Composite Materials 27, (2019), S. 1–27

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

Process Optimization of Induction Welding of CFRPC Organo Sheets





Schweißen von Zug-Scher-Probekörpern
zur Charakterisierung der Verbindungsqualität

Welding of lap shear specimens
to characterize the welding quality

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

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

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

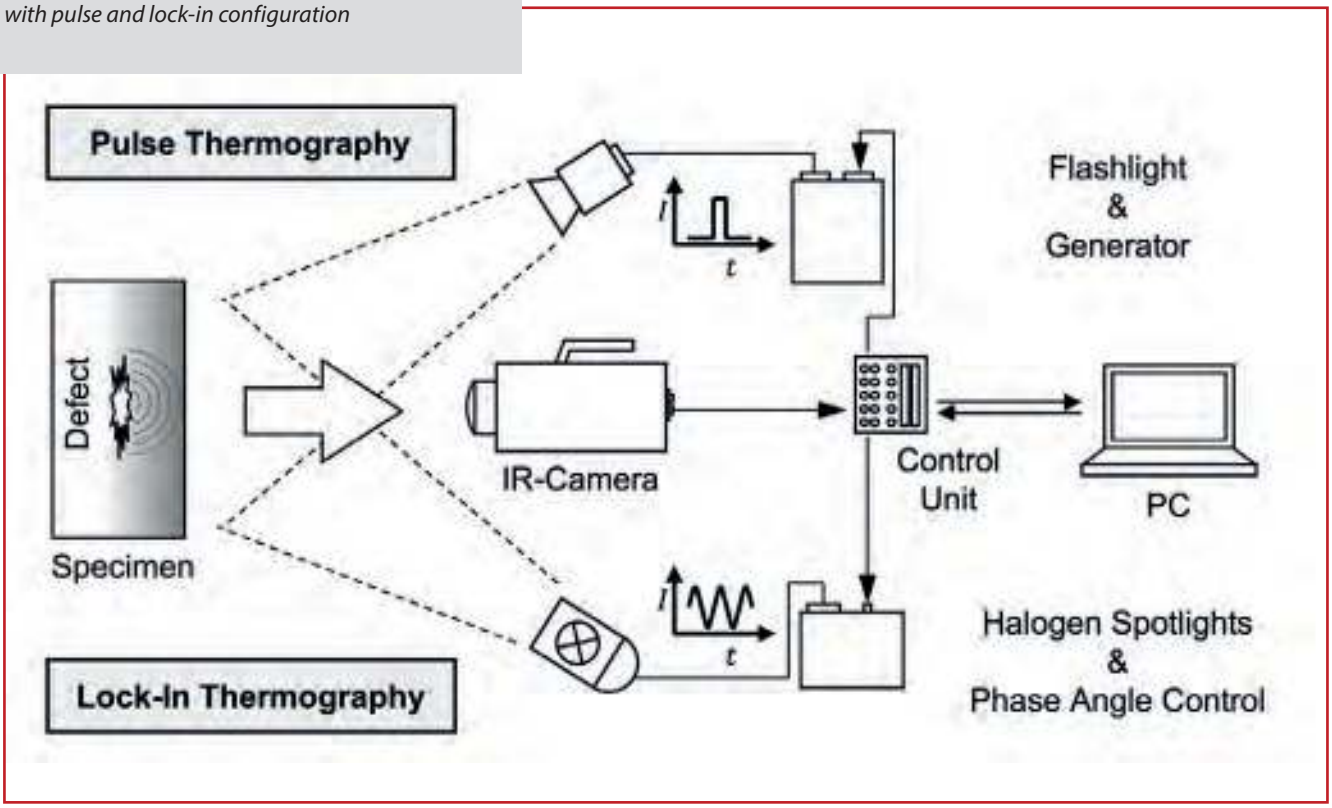
vitalij.popow@ivw.uni-kl.de

Quantifizierung von Defekten in CFK mit Infrarot-Thermografie

Vitalij Popow

Die Infrarot-Thermografie ist ein leistungsfähiges Verfahren zur Detektion verborgener Defekte in Verbundwerkstoffen. Die kontaktlose und bildgebende Methode beruht auf der Erfassung der Oberflächentemperatur nach thermischer Anregung. Moderne Infrarotkamerasysteme erlauben die schnelle Überprüfung großer Bauteile, liefern jedoch große Datenmengen, die zur zielgerichteten Auswertung geeignet verarbeitet werden müssen. Eine qualitative Auswertung ist anhand der Roh-Thermogramme einfach durchzuführen. Aufgrund der geringen thermischen Leitfähigkeit von CFK und seiner ausgeprägt anisotropen und inhomogenen Eigenschaften haben die Messergebnisse jedoch oft ein schlechtes Signal-zu-Rausch Verhältnis. Eine quantitative Erfassung von Defektgrößen und deren genaue Lage im Bauteil erfordert eine sorgfältige Datenerfassung und Auswertung sowie umfassende Kenntnis der Werkstoffeigenschaften zur Interpretation der Ergebnisse. Am IVW werden auf Grundlage der etablierten Methoden Lock-In- und Impuls-Thermografie eigene Algorithmen zur schnellen quantitativen Auswertung, speziell für Bauteile aus CFK entwickelt, sodass die Infrarot-Thermografie zukünftig sowohl in der Produktion zur Qualitätssicherung als auch zur Überwachung von CFK-Strukturen im Betrieb zuverlässig und kosteneffizient eingesetzt werden kann.

Neben der Automatisierung von Messabläufen und der Datenauswertung zur Steigerung von Effizienz und Reproduzierbarkeit steht dabei insbesondere die Quantifizierung von Defektgrößen im Fokus, damit belastbare Aussagen, z.B. zur Entscheidung über Reparatur oder weitere Verwendbarkeit der Struktur getroffen werden können.



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

Experimental setup for active thermography with pulse and lock-in configuration

Quantification of Defects in CFRP using Infrared Thermography

Angabe von Tiefe und lateraler Defektgröße innenliegender Schädigungen in endlosfaserverstärkten Verbundwerkstoffen im Rahmen der Puls-Phasen und Lock-In Thermografie

Determination of depth and lateral defect size of internal defects in endless fiber reinforced composites using thermography with pulse and lock-in configuration

Infrared thermography is a powerful method for detecting hidden defects in composite materials. The contactless imaging method is based on the detection of the surface temperature after thermal excitation. Modern infrared camera systems allow for fast inspection of large components, but provide huge amounts of data that must be processed appropriately prior to purposeful evaluation. A qualitative evaluation is easily possible using the raw thermograms. Due to the low thermal conductivity of CFRP and its distinctly anisotropic and inhomogeneous properties, however, the measurement results often suffer from a poor signal-to-noise ratio. The quantitative detection of defect sizes and their exact location in the component requires careful data acquisition and evaluation as well as comprehensive knowledge of the material properties for interpretation of the results. Based on the established methods of lock-in and pulse thermography, IVW is developing its own algorithms for rapid quantitative evaluation, especially for components made of CFRP, which enables the reliable and cost-efficient use of infrared thermography in production for quality assurance as well as for monitoring CFRP structures in operation.

In addition to the automation of measurement processes and data evaluation to increase efficiency and reproducibility, the focus is particularly on the quantification of defect sizes so that reliable statements can be made, e.g. for decisions on repairs or further use of the structure.

marc.fickert@ivw.uni-kl.de

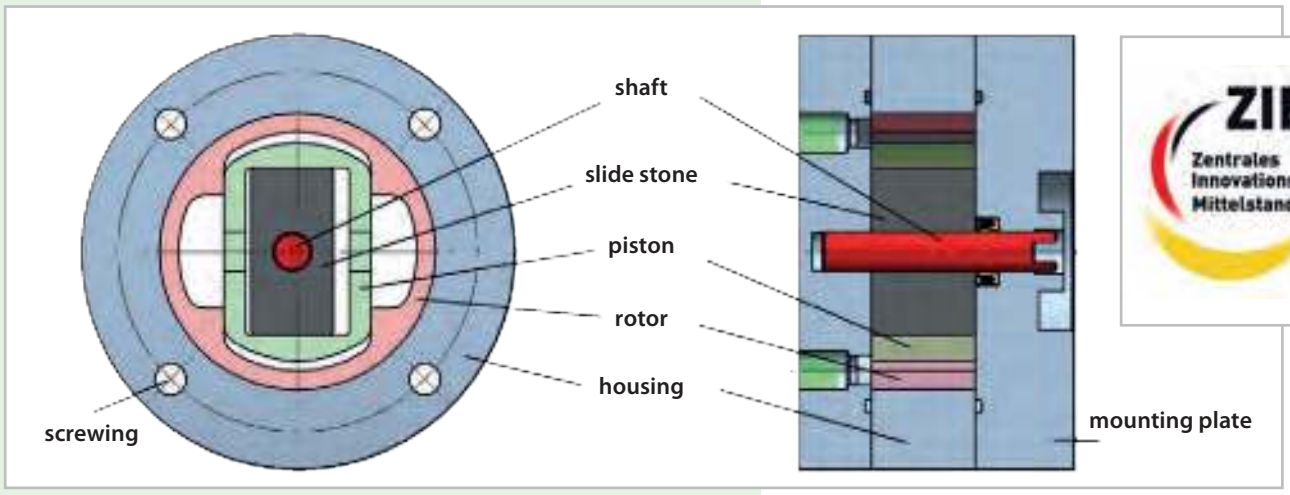
R4PP – Innovative Radialkolbenpumpe für Lebensmittelanwendungen

Marc Fickert

Kompakte Lebensmittelpumpen finden beispielsweise in Getränkeautomaten, Zapfanlagen oder Kaffeemaschinen Anwendung. Sie sind zwar ein Massenprodukt, jedoch aufgrund der notwendigen hohen Fertigungsgenauigkeit recht kostenintensiv. Zusammen mit der haru präzision GmbH soll ein neuartiges Pumpenkonzept umgesetzt werden, das sich vor allem durch den Einsatz von Kunststoffverbundwerkstoffen zur Optimierung der tribologisch hoch beanspruchten Gleitkontakte im Inneren der Pumpe auszeichnet. Das neuartige, und zum Patent angemeldete (DE102016102993A1) Pumpendesign besteht aus nur wenigen Bauteilen, da aufgrund sehr kleiner Leckagespalte im Inneren auf Dichtungen und Ventile verzichtet werden kann. Durch die Ausführung der Bauteile in Flachbauweise wird eine hochpräzise Nachbearbeitung der spritzgegossenen Kunststoffbauteile in axialer Richtung ermöglicht. Durch ein Kolben-im-Kolben-Konzept werden vier Hubbewegungen pro Umdrehung umgesetzt. Von der werkstofflichen Seite erfordert diese Herangehensweise ein hohes Maß an Fachwissen auf dem Gebiet der polymeren Verbundwerkstoffe, die das IVW mit seiner 30-jährigen Erfahrung einbringt. Nach einer Marktanalyse kommerziell erhältlicher Kunststoffverbundwerkstoffe mit Lebensmittelzertifizierung werden auf Basis tribologischer Modellversuche geeignete Werkstoffpaarung analysiert und ausgewählt. Gleichzeitig wird eine PBI-Beschichtung entwickelt, die es ermöglicht, metallische Bauteile zu beschichten und so auch mechanisch hoch belastete Bauteile tribogisch zu optimieren.

Das Ziel des laufenden ZIM-Projektes ist die Entwicklung einer innovativen und ökonomischen Radialkolbenpumpe für den Lebensmittelbereich. Neben Zielparametern wie Effizienz, Kompaktheit und Kostenoptimierung, muss die Pumpe im späteren Betrieb geräuscharm sein und über gute Notlaufeigenschaften verfügen.

Projektpartner / *Partner:*
haru präzision GmbH



Aufbau der R4PP-Radialkolbenpumpe

Design of the R4PP radial piston pump

© haru präzision GmbH

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

R4PP – Innovative Radial Piston Pump for Food Applications

Block-auf-Ring-Tribometer mit Medienprüfung (Wasser)

Block-on-ring tribometer with media test (water)

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

Compact food pumps are used, for example, in vending machines, dispensing systems or coffee machines. Although they are a mass product, they are quite cost-intensive due to the high manufacturing precision required. Together with haru präzision GmbH, a novel pump concept will be realized, which is mainly characterized by using polymeric composite materials to optimize the tribologically highly stressed sliding contacts inside the pump. The novel and patent pending (DE102016102993A1) pump design consists of only a few components, since seals and valves can be dispensed with due to very small leakage gaps inside. The flat design of the components enables high-precision post-processing of originally injection-molded components in axial direction. By means of a piston-in-piston concept, four stroke movements per rotation take place. From the material side, this approach requires a high degree of expertise in the field of polymer composites, which IVW contributes with its 30 years of experience. After a market analysis of commercially available polymer composites with food certification, suitable material pairings are analyzed and selected on the basis of tribological model tests. At the same time, a PBI coating is being developed which makes it possible to coat metallic components and thus to tribogically optimize even mechanically highly stressed components.

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

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

liudmyla.gryshchuk@ivw.uni-kl.de

ReInvent – Neuartige Produkte für Bau- und Automobilindustrie

Liudmyla Grishchuk

Gemäß dem Motto „Umweltfreundliches Denken" entwickelt das IVW-Team, zusammen mit den Projektpartnern im Rahmen des EU-Projekts ReInvent (https://www.reinvent-h2020.eu/), neue, kostengünstige, leichte, langlebige und nachhaltige biofüllstoffverstärkte sowie biobasierte Schäume und Verbundwerkstoffe für die Bau-Konstruktions- und Automobilindustrie. Das Ersetzen von Materialien auf Erdölbasis durch Materialien auf Biobasis ist nicht nur eine moderne, sondern auch eine notwendige Strategie, die einen Nutzen für Gesellschaft und Umwelt schafft. Ziel des IVW ist die Entwicklung und Validierung der speziellen biobasierten Harz- und Schaumformulierungen, Halbzeuge, Verbundwerkstoffe und Sandwichplatten im Labormaßstab. Physikomechanische und thermische Eigenschaften wie Wärmeleitfähigkeit, Druckfestigkeit, Wasserabsorption und UV-Stabilität werden nach dem Aushärten der entwickelten Systeme getestet. Die vielversprechendsten Formulierungen werden unter realen Betriebsbedingungen getestet. Doppelwände, Innenteile des Daches und andere Bauteile werden in Testhäusern (sog. Mockups), die unter süd- und nordeuropäischen Klimabedingungen (Spanien und Lettland) und Fernwärmezyklen (Dänemark) gebaut werden, installiert und bewertet. Bei flexiblen und halbstarren Schäumen, die für die Automobilindustrie entwickelt werden, stehen nicht nur verbesserte Dimensions- und mechanische Stabilität, Wärme- und Geräuschdämmung, Feuchtigkeitsbeständigkeit und antimykotische und flammhemmende Eigenschaften im Vordergrund, auch ein verbesserter Komfort und weiche Haptik spielen eine wichtige Rolle und werden bei der Entwicklung berücksichtigt. Diese neuen und umweltfreundlichen Produkte werden unter Einhaltung der Prinzipien der grünen Chemie und einer ressourceneffizienten Produktion hergestellt - im Hinblick auf die Anforderungen des Endverbrauchers sowie des Bau- und Automobilsektors, unter Berücksichtigung der Kreislaufwirtschaft.

Das ReInvent-Projekt zielt darauf ab, neuartige biobasierte Hartform- und Sprühisolationsschaumsysteme für die Bauindustrie sowie neuartige biobasierte weiche und halbstarre Schäume für die Automobilindustrie bereitzustellen.

Projektpartner / *Partners:*

Acciona Construccion SA (ES)
ADLER EVO S.r.l. (IT)
AEP Polymers S.r.l. (IT)
Aerofly 360 Industrial S.L. (ES)
AUNDE ITALIA S.p.A. (IT)
CENTITVC – Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos Funcionais e Inteligentes Associacao (PT)
Centro Ricerche Fiat S.c.p.A. (IT)
Consiglio Nazionale Delle Ricerche (IT)
Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung e.V. (DE)
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (DE)
Kroppenstedter Ölmühle Walter Döpelheuer GmbH (DE)
LOGSTOR A/S (DK)
Melodea Ltd. (IL)
Netcomposites Limited (UK)
OSM DAN Ltd (IL)
Project SAS Di Massimo Perucca (IT)
Ritols (LV)
Silcart S.p.A. (IT)
Universitat Politècnica de Catalunya (ES)

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

ReInvent – Novel Products for Construction and Automotive

Potentielle Bau- und Fahrzeugbauanwendungen von bio-basierten Schäumen

Potential constructive and automotive applications of bio-based foams

© Centro Ricerche Fiat S.c.p.A.

According to the maxim „Environmentally Friendly Thinking" IVW´s team develops, within the EU-project ReInvent (https://www.reinvent-h2020.eu/) and together with the project partners, new low cost, lightweight, durable and sustainable natural filler reinforced bio-based foams and composites for constructive and automotive industry. The replacement of petroleum-based materials with bio-based ones is not only modern, but also a necessary strategy that creates benefits for society and environment. IVW´s objective is developing and validating the special bio-based resin and foam formulations, semi-finished parts, composites and sandwich panels on a laboratory scale. Physicomechanical and thermal properties, such as thermal conductivity, compression strength, water absorption and UV stability, are tested after curing of developed systems. The most promising formulation will be demonstrated and evaluated under real operational conditions - particularly double walls, internal roof parts etc. Test houses (mock-ups) are built under southern and northern European climate conditions (Spain and Latvia) and district heating cycles (Denmark). Flexible and semi-rigid foams developed for automotive industry not only focus on dimensional and mechanical stability, heat and noise insulating, moisture resistance, antifungal and flame retardant properties. Improved comfort and a soft touch effect also play a significant role and will be taken into account. These new environmentally friendly products will be produced considering the principles of green chemistry and resource-efficient production, with a view to the requirements of the end user as well as the construction and automotive sectors in consideration of a circular economy.

The ReInvent project aims to deliver novel bio based rigid molded and spraying insulation foam systems for the construction industry and novel bio based soft and semi-rigid foams for the automotive industry.

Bio-based Industries Consortium

Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

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

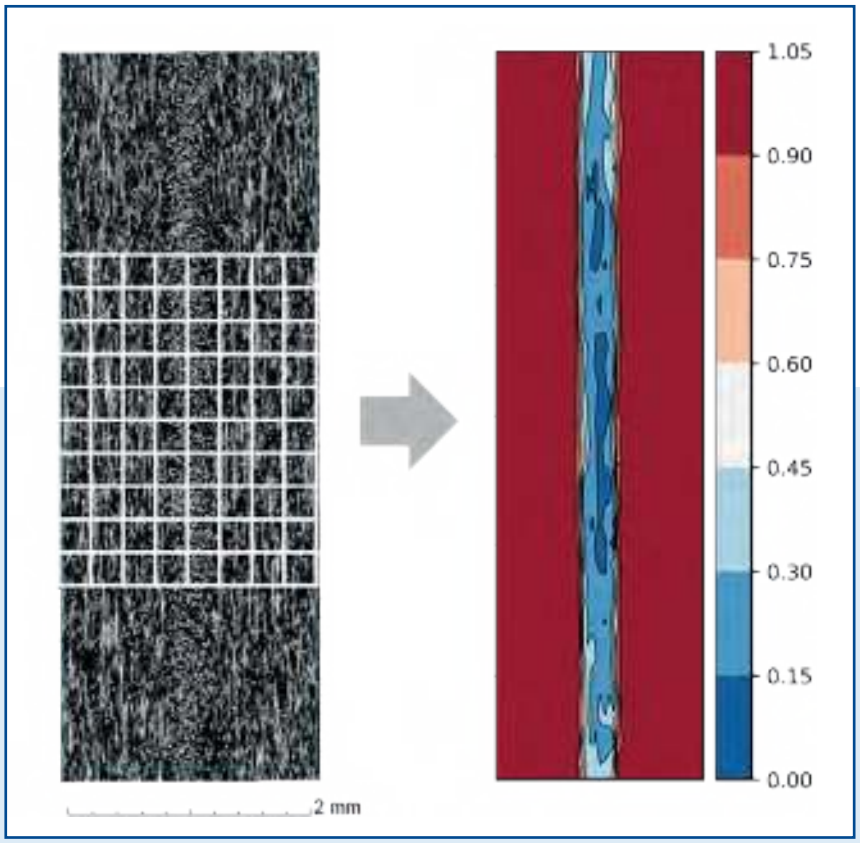
janna.krummenacker@ivw.uni-kl.de

Schädigungsmechanismen in kurzfaserverstärkten Thermoplasten

Janna Krummenacker

Kurzfaserverstärkte Thermoplaste zeichnen sich durch ihre guten spezifischen mechanischen Eigenschaften, ihre kostengünstige Herstellung im Spritzgussverfahren sowie die dadurch bedingte variable Formgebung aus. Sie spielen daher eine immer bedeutendere Rolle in Branchen wie der Automobilindustrie, in der Bauteile mit hohen Stückzahlen gefertigt werden. Gleichzeitig gibt es bislang noch teilweise widersprüchliche Aussagen zu dem Schädigungsablauf unter mechanischer Belastung. Im Rahmen dieses Projektes werden sekundäre Prüfmethoden wie die akustische Emissionsanalyse und die digitale Bildkorrelation eingesetzt, um das Auftreten von mikroskopischen Schädigungen in kurzglasfaserverstärkten Thermoplasten unter quasi-statischer Zugbelastung zu detektieren. Über eine umfangreiche Datenanalyse sollen die gemessenen akustischen Ereignisse den verschiedenen Schädigungsmechanismen zugeordnet werden können. Eine Verifikation erfolgt über die Simulation eines digitalen Zwillings mit der Software GeoDict. Hierzu wird die Faserverteilung und -orientierung der Probekörper im Röntgenmikroskop ermittelt. Abschließend werden mögliche Korrelationen zwischen dem mikromechanischen Versagensverhalten unter statischer und unter zyklischer Belastung untersucht, um eine Methodik zur Abschätzung der Ermüdungsfestigkeit im Bereich hoher Lastwechselzahlen zu entwickeln.

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

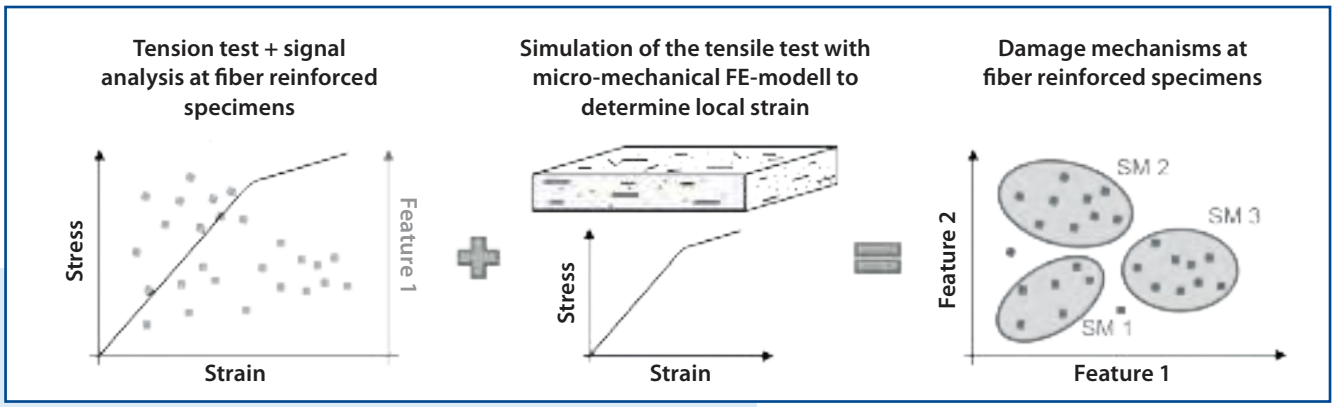


Ermittlung der Faserverteilung und -orientierung mittels Mikro-Computertomographie

Determination of fiber distribution and orientation with X-ray microscope

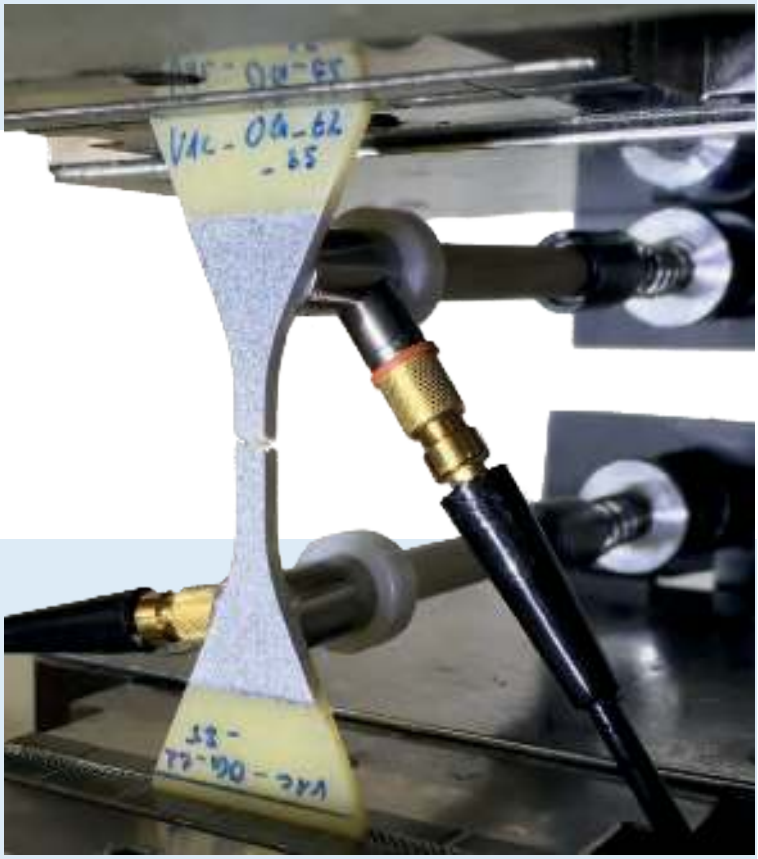
Das Projekt „Systematische Ermittlung der Schädigungsmechanismen von kurzfaserverstärkten Thermoplasten unter Ermüdungslasten und Entwicklung einer Methodik zur zeiteffizienten Bestimmung der High-Cycle-Fatigue-Festigkeit“ wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 398483802.

Damage Mechanisms in Short Fiber Reinforced Thermoplastics



Zuordnung der aufgetretenen Schallereignisse zu den verschiedenen Schädigungsmechanismen

Correlation of the occurring acoustic signals with the different damage mechanisms



Prüfaufbau quasi-statische Zugversuche mit Sensoren zur Schallemissionsprüfung

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

Short fiber reinforced thermoplastics are chracterized by their good specific mechanical properties, their cost-effective production by injection molding and the here-by resulting variable shaping. They are therefore playing an increasingly important role in sectors such as the automotive industry, where components are manufactured in high volumes. At the same time, there are still partially contradicting statements about the damage process under mechanical stress. In this project, secondary test methods such as acoustic emission and digital image correlation are used to detect the occurrence of microscopic damage in short glass fiber reinforced thermoplastics under quasi-static tensile loading. By means of extensive data analysis, the measured acoustic events are to be assigned to the various damage mechanisms. The simulation of a digital twin with the software GeoDict is used for verification. For this purpose, the fiber distribution and orientation of the test specimens is determined in the X-ray microscope. Finally, possible correlations between the micromechanical failure behavior under static and under cyclic loading are investigated in order to develop a methodology for estimating the fatigue strength in the range of high load cycles.

The aim of the project is the investigation of the micromechanical damage behavior of short fiber reinforced thermoplastics. Based on this, a methodology is developed that allows an estimation of the high cycle fatigue strength on the basis of as few and time-efficient tests as possible.

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

SOPHIA – Smarte Prozesse und Bauweisen für hohe Fertigungskadenzen

Maximilian Salmins

Stefano Cassola

maximilian.salmins@ivw.uni-kl.de

stefano.cassola@ivw.uni-kl.de

Im Rahmen des Luftfahrtforschungsprojektes SOPHIA wird am IVW das Verhalten und die Verhautung offenporiger Thermoplastschäume im Heißpressprozess für den Einsatz als Decklage untersucht. Finale Haut- und Gesamtdicken des Schaums sollen mittels Prozesssimulation vorhergesagt werden, um anschließend mit Hilfe von analytischen Ansätzen auf die resultierenden mechanischen Eigenschaften der Sandwichstruktur schließen zu können. Unterschiedliche Lasten sowie das Aufheizen und Abkühlen im Heißpressprozess machen es notwendig, das Kompaktierungsverhalten des Thermoplastschaums sowohl dehnungs-, als auch temperaturabhängig beschreiben zu können. Gängige Materialmodelle in kommerziell verfügbaren Softwaretools, die es erlauben das komplexe Kompaktierungsverhalten eines Schaumes abzubilden, verfügen z. Zt. leider nicht über eine Temperaturabhängigkeit. Ziel ist es, ein Materialmodell aufzubauen, das die temperaturbedingte Verhautung der Schaumrandschicht und die Kompaktierung des Schaumkerns darstellen kann. Hierzu müssen zunächst isotherme Charakterisierungsversuche bei relevanten Temperaturen durchgeführt werden. Unter Verwendung des kommerziellen FE-Code LS-DYNA® und der Optimierungssoftware LS-OPT® werden die Parameter für verschiedene Materialmodelle identifiziert um die Modelle anschließend auf ihre Eignung überprüfen zu können.

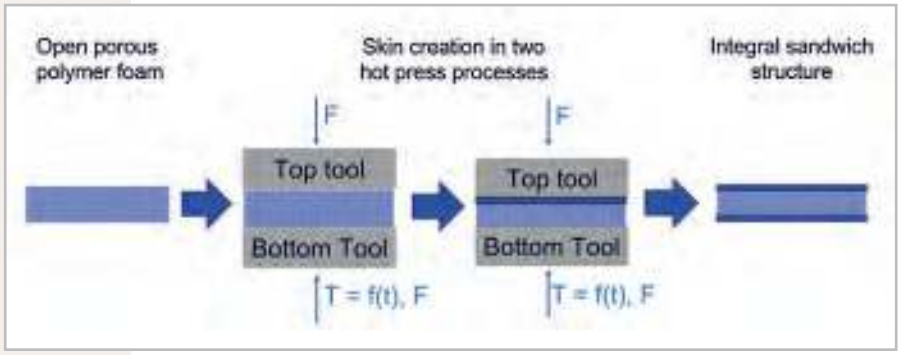
Im Rahmen des Projektes SOPHIA wird ein Materialmodell für die Prozesssimulation aufgebaut, das die Verhautung and Kompaktierung von Thermoplastschäumen im Heißpressprozess abbilden kann.

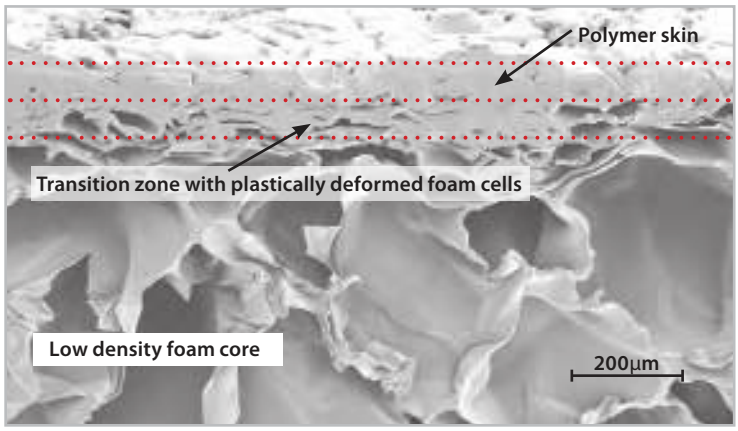
SOPHIA

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

Heißpressprozess für die Verhautung von offenporigen Schäumen

Scheme for hot press processing of open-porous polymer foams





Aufnahme einer integralen Sandwichstruktur im Rasterelektronenmikroskop

Scanning electron microscope image of an integral sandwich structure

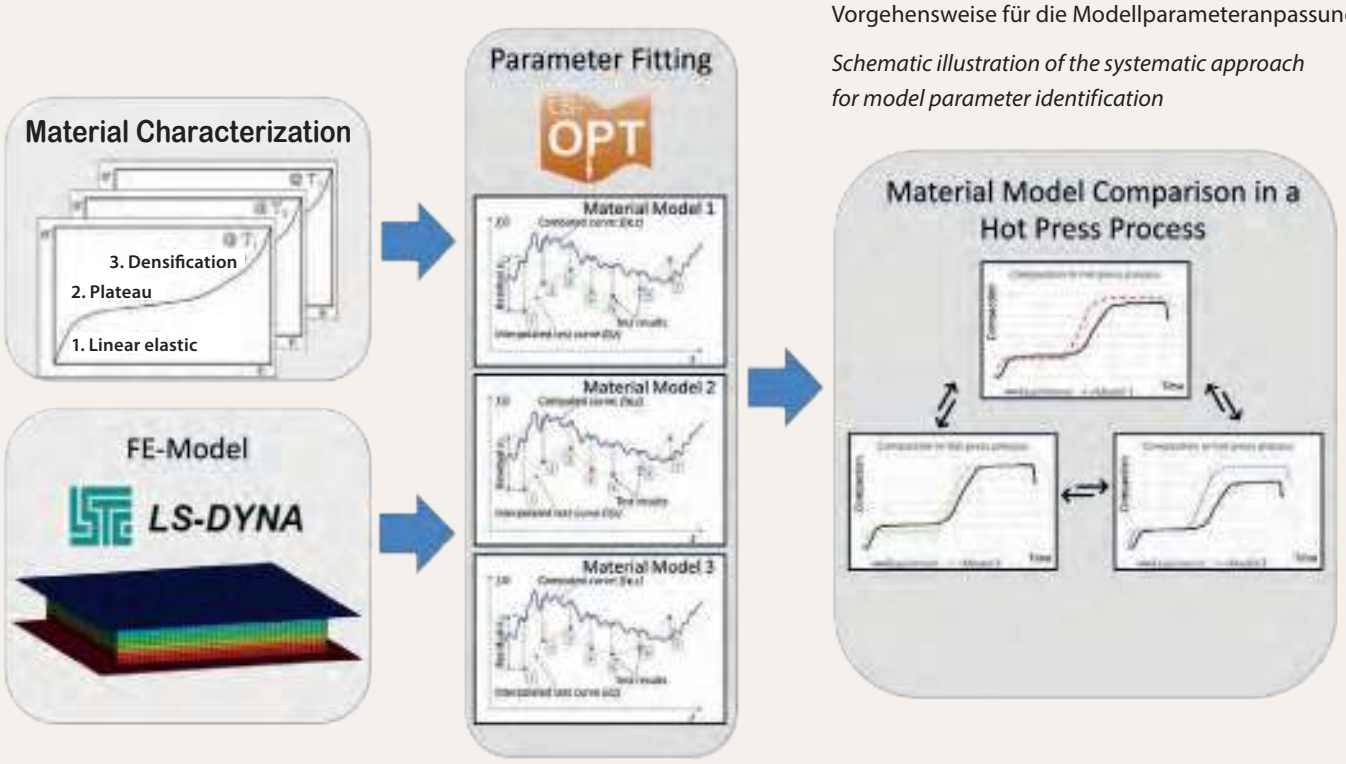
Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

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

SOPHIA – Smart Processes and Designs for High Production Cadences

Schematische Darstellung der systematischen Vorgehensweise für die Modellparameteranpassung

Schematic illustration of the systematic approach for model parameter identification



Within the scope of the aerospace research project SOPHIA, the behavior and skin formation of open-porous thermoplastic foams in a hot press process for top surface layer application is currently under investigation. Final skin and total thicknesses should be predicted by the process simulation to subsequently assess the resulting mechanical properties of the sandwich structure with the help of analytical approaches. Due to varying loads, heating and cooling within the hot press process, it is necessary to be able to describe the strain- and temperature-dependent compaction behavior of the thermoplastic foam. Common material models in commercially available software tools, which allow the description of the complex compaction behavior of foams, are currently not offering the option of thermal dependency. The goal is to build a material model that is able to describe the temperature-induced skin formation in the foam surface layer as well as the compaction of the foam core. Initially, isothermal characterization tests at relevant temperatures need to be carried out. With the use of the commercial FE-code LS-DYNA® and the optimization tool LS-OPT®, the parameters for various material models will be identified in order to compare their suitability with regards to reproducing the material behavior.

Within the project SOPHIA a material model for the process simulation is developed, which is able to describe skin formation and compaction behavior of thermoplastic foams during a hot pressing process.

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).

benedikt.bergmann@ivw.uni-kl.de

Speedpreg – Entwicklung eines High-Speed-Wickelverfahrens

Benedikt Bergmann

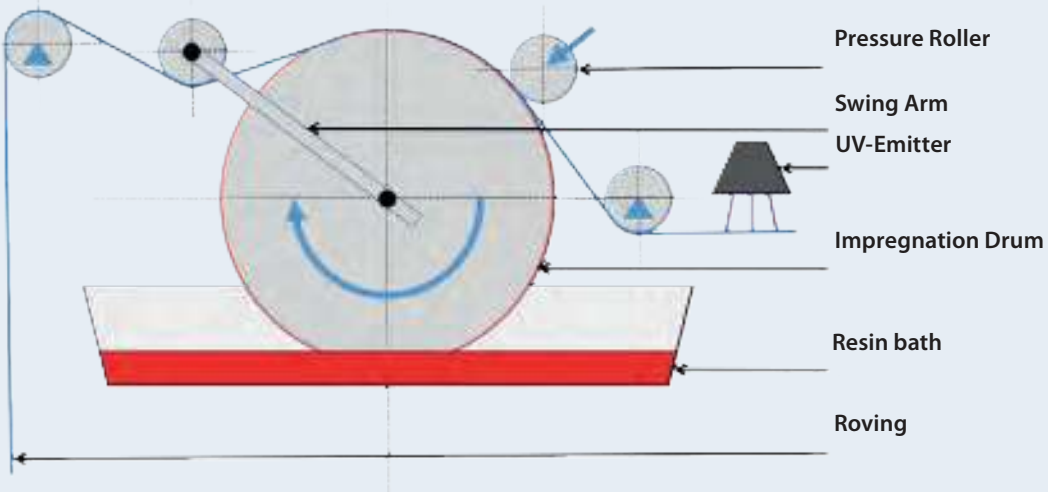
Getrieben durch die aktuellen politischen und gesellschaftlichen Entwicklungen im Hinblick auf den Klimawandel steigt die Notwendigkeit der Reduzierung von klimaschädlichen Schadstoffen – wie CO/CO2 – merklich an. Einen wichtigen Beitrag zur Senkung dieser Treibhausgase können Wasserstoffspeicher in Verbindung mit elektrifizierten Fahrzeugen leisten. Durch die wesentlich geringere (volumenbezogene) Energiedichte von Wasserstoff im Vergleich zu Benzin bzw. Diesel muss die Gasspeicherung unter hohen Drücken von bis zu 700 bar erfolgen. Diese auf Innendruck belasteten Hochdruck-Behälter sind ein klassisches Einsatzgebiet für Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV). Es sind Gewichtseinsparungen – im Vergleich zu Stahlbehältern (dem sogenannten Typ-I Behälter) – von bis zu 70 % möglich. Neben Druckbehältern adressiert die im Vorhaben zu entwickelnde Technologie ebenfalls Luft- und Raumfahrtapplikationen wie Raketenbooster oder Torsionswellen und somit weitere interessante Märkte für hochwertige FKV-Wickelteile. Das zentrale Ziel des Vorhabens ist es, durch die Entwicklung einer völlig neuen Faserimprägniereinheit mit einer darauf abgestimmten, innovativen Materialentwicklung zukünftig die Wickelgeschwindigkeit im Vergleich zu heute zu verdoppeln. Um das zu erreichen wurde am Lehrstuhl für Polymerwerkstoffe der Universität Bayreuth ein spezielles UV-reaktives Harzsystem und, in enger Kooperation von Jakob Weiß & Söhne und dem IVW, eine an das Harzsystem angepasste Imprägniereinheit entwickelt, die in Kombination eine deutliche Steigerung der Wickelgeschwindigkeit ermöglichen.

Im Rahmen des Projektes SpeedPreg wird eine material- und prozessspezifische Faserimprägniereinheit entwickelt, die eine signifikante Beschleunigung des Wickelverfahrens ermöglicht und somit die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses steigert.

Projektpartner / *Partners:*
Jakob Weiß & Söhne Maschinenfabrik GmbH
Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe der Universität Bayreuth

Imprägnierschema

Impregnation scheme



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

ZIM
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

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

Speedpreg – Development of a High-Speed Winding Process

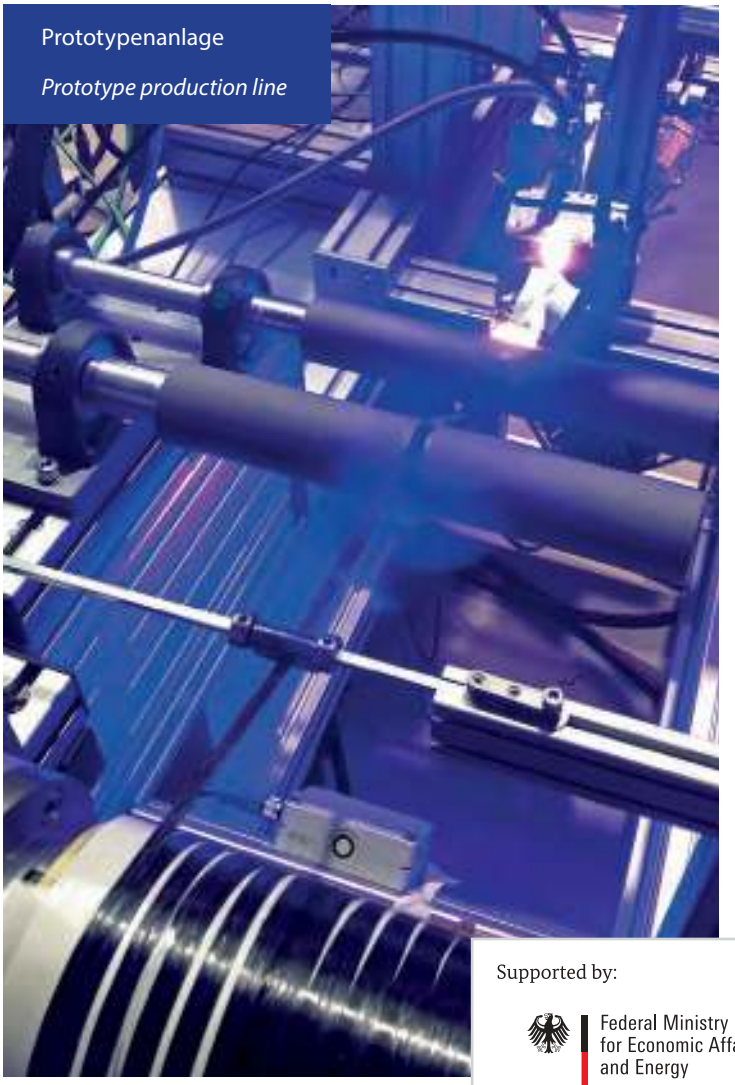
Driven by current political and social developments with regards to climate change, the need to reduce climate-damaging pollutants – such as CO/CO2 – is increasing noticeably. Hydrogen storage in conjunction with electrified vehicles can significantly reduce these greenhouse gases. Due to the considerably lower (volume-related) energy density of hydrogen compared to gas or diesel, gas storage must take place under high pressures of up to 700 bar. These high-pressure containers, which are exposed to internal pressure, are a classic application for fiber reinforced polymer composites (FRP). Weight savings of up to 70% are possible compared to steel containers (type I containers). In addition to pressure vessels, the technology to be developed in this project also addresses aerospace applications such as rocket boosters or torsion shafts and other interesting markets for high-quality FRP wound parts.

The central goal of the project is doubling the winding speed compared to today's by developing a completely new fiber impregnation unit in combination with an adapted, innovative material solution. In order to achieve this, a special UV-reactive resin system and, in close cooperation between Jakob Weiß & Söhne and IVW, an impregnation unit adapted to the resin system was developed at the Chair of Polymer Materials at the University of Bayreuth.

Within the SpeedPreg project, a material- and process-specific fiber impregnation unit is being developed that enables a significant acceleration of the winding process and thus increases the efficiency of the overall process.

Prototypenanlage

Prototype production line



Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

Gewickelte Probekörper im High-Speed-Wickelverfahren

Wound specimens in high-speed winding process

NOL-Specimen **ILSS-Specimen** **Wound Intersections**

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

janeric.semar@ivw.uni-kl.de

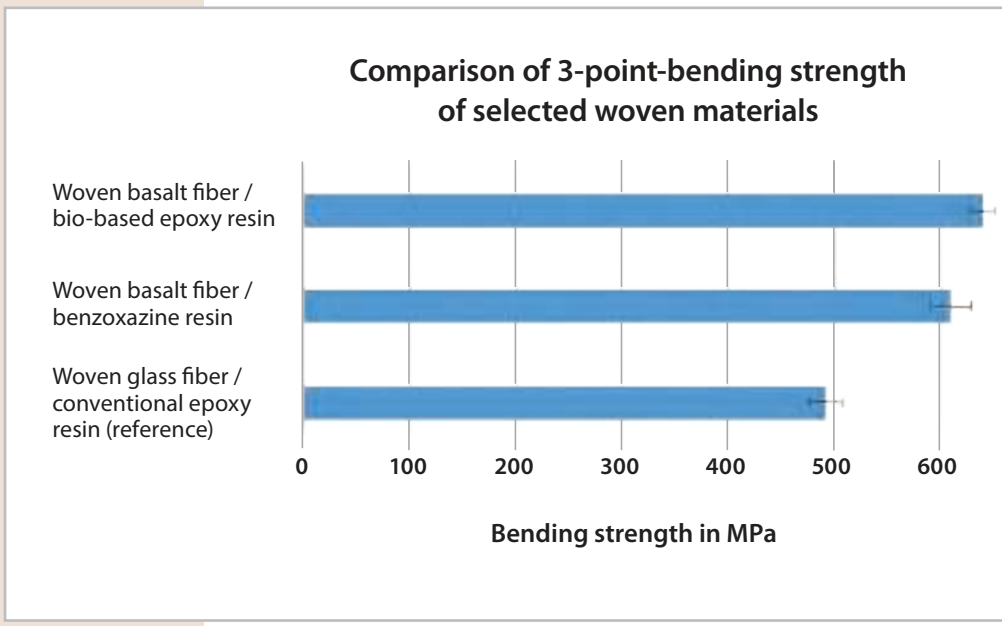
SusComTrab – Flammhemmende nachhaltige Verbundwerkstoffe

Jan Eric Semar

Faser-Kunststoff-Verbunde 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. Darüber hinaus werden an neue Bau- und Mobilitätskonzepte hohe Ansprüche hinsichtlich der Nachhaltigkeit gestellt. Im Projekt SusComTrab wurde deshalb gemeinsam mit dem Sächsischen Textilforschungsinstitut (STFI) und dem belgischen Forschungsinstitut Centexbel untersucht, wie bei Faser-Kunststoff-Verbunden eine optimale Kombination aus mechanischer Performance, Nachhaltigkeit und Brandschutz erreicht werden kann. Hierzu wurden Flachs-, Basalt- sowie recycelte Kohlenstofffasern in verschiedenen Textilvarianten mit bio-basiertem Epoxidharz und unterschiedlichen Flammschutzmitteln, sowie mit Benzoxazinharz imprägniert und dann bezüglich ihrer mechanischen Eigenschaften und ihres Brandverhaltens untersucht. Die Verarbeitung von Benzoxazinharz stellt dabei eine besondere Herausforderung dar, da es bei Raumtemperatur als Feststoff vorliegt und verhältnismäßig hohe Verarbeitungstemperaturen (bis 200 °C) benötigt. Es konnten sowohl mit dem bio-basierten Epoxidharz als auch dem Benzoxazin gute Ergebnisse erzielt werden. Mit der besten Kombination wurde im UL94 Test sogar die Brandschutzklasse V-0 erreicht.

Zum Abschluss des Projektes wurden Demonstratoren mit den vielversprechendsten Materialkombinationen gefertigt.

Projektpartner / *Partners:*
CENTEXBEL
Forschungskuratorium Textil e.V.
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)



Vergleich der vielversprechendsten Kombinationen von Gewebe und neuem Harz mit der Referenz, Faservolumengehalt ca. 50 %

Comparison of the most promising combinations of woven fabric with novel resin and reference, fiber volume content approx. 50%

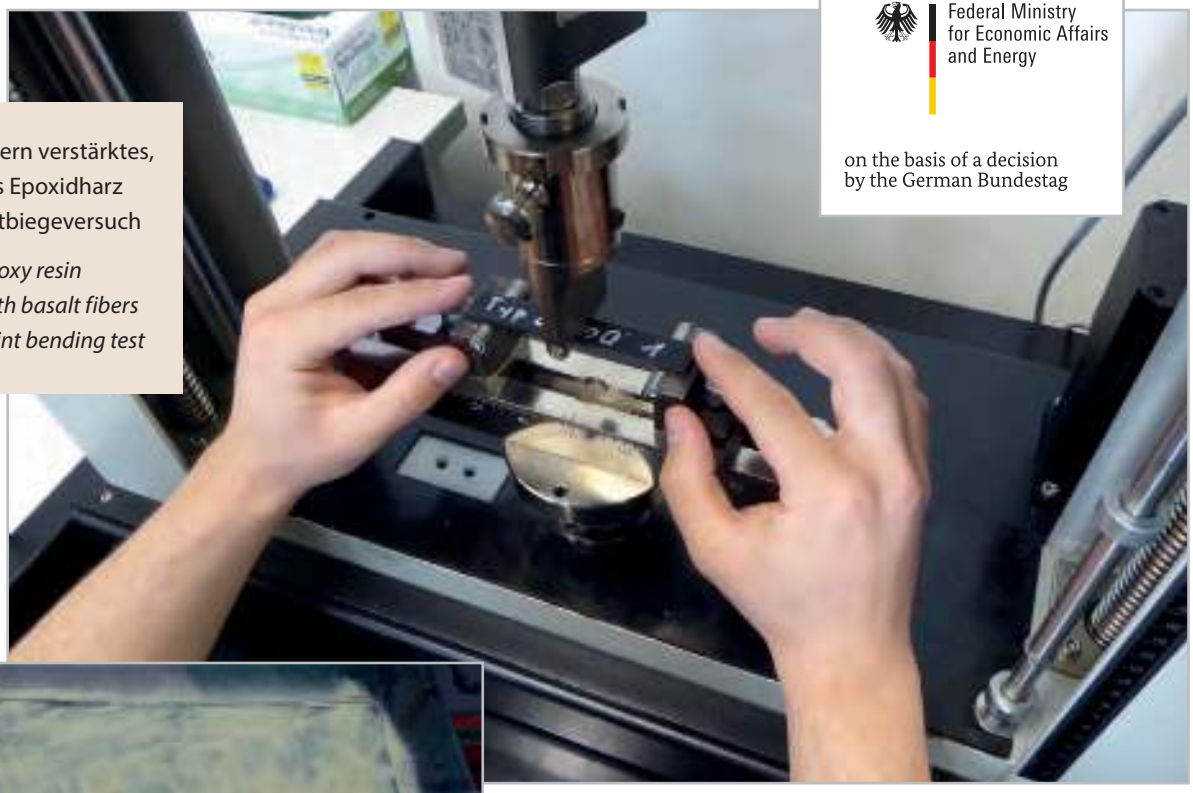
Das Projekt „SusComTrab – Flammhemmende, nachhaltige Verbundwerkstoffe für Verkehrs- und Gebäudeanwendungen“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert und vom Forschungskuratorium Textil e.V. betreut (Förderkennzeichen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

SusComTrab – Flame Retardant Sustainable Composites

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag



Mit Basaltfasern verstärktes, bio-basiertes Epoxidharz im Dreipunktbiegeversuch

Bio-based epoxy resin reinforced with basalt fibers in a three-point bending test

Pulverförmiges Benzoxazinharz, aufgestreut auf Basaltgewebe und bereit für den Autoklavzyklus

Benzoxazine resin in powder form, spread on basalt textile and ready for autoclave cycle

Due to their excellent specific mechanical properties, fiber-polymer composites offer enormous potential for applications in construction and transportation. In these areas, however, the fulfillment of fire protection requirements plays a major role. In addition, new construction and mobility concepts have to meet high sustainability requirements. In the SusComTrab project, the Saxon Textile Research Institute (STFI) and the Belgian research institute Centexbel therefore investigated on how an optimum combination of mechanical performance, sustainability and fire protection can be achieved. For this purpose flax, basalt and recycled carbon fibers in different textile variants were impregnated with bio-based epoxy resin and different flame retardants as well as with benzoxazine resin and then tested for their mechanical properties and burning behavior. The processing of benzoxazine resin presents a special challenge, because it is a solid at room temperature and requires relatively high processing temperatures (up to 200°C). Good results were achieved with both the bio-based epoxy resin and the benzoxazine. With the best combination, fire protection class V-0 was achieved in the UL94 test.

At the end of the project, demonstrators with the most promising material combinations were manufactured.

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).

andreas.kenf@ivw.uni-kl.de

TopTape – Tapewickelprozess mit integriertem Qualitätsprüfprogramm

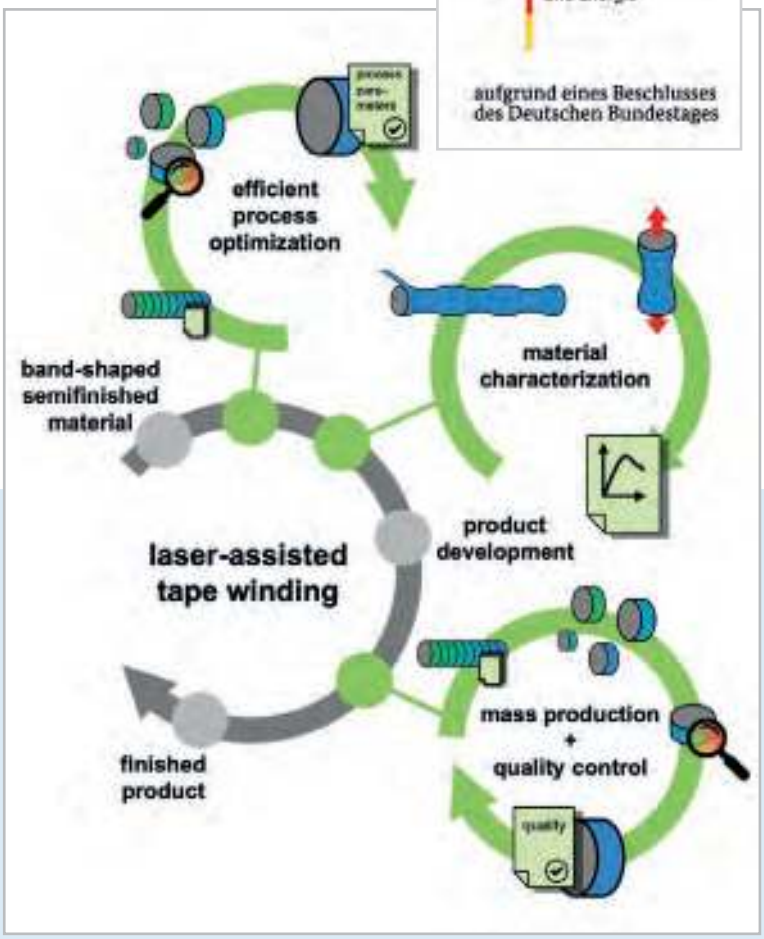
Andreas Kenf

Der laserunterstützte Tapewickelprozess birgt großes Potential für Faser-Thermoplast-Verbund-Bauteile z.B. in der Automobil-, Luftfahrt- und Öl- & Gas-Industrie. Der vollautomatische Wickelprozess wurde in den vergangenen Jahren auf einen hohen Reifegrad gehoben und bietet durch die integrierte Sensorik und Thermografie die Basis für die vollständige Prozessüberwachung im Sinne von Industrie 4.0. Aktuell bestehen aber noch Bedarfe in der Anlagentechnik und der Qualitätsprüfung basierend auf vielen händischen Zwischenschritten, welche den Einsatz des Verfahrens für die Großserie noch einschränken und den Produktionsausschuss erhöhen. Für die Ermittlung optimaler Prozessparameter muss bisher auf die Erfahrung der Bediener bzw. Maschinenhersteller zurückgegriffen werden. Die vielen Parameter führen dazu, dass nicht alle Parametersätze händisch abgefahren werden können und damit das theoretische Potential des Materials nicht vollständig ausgeschöpft wird. Die bisherige Methode zur Prüfung der Prozessqualität ist üblicherweise nur durch die Ermittlung von Materialkennwerten möglich, bei der aufwendige Probekörper und Prüftechnik benötigt werden. Eine vollständige Prozessparameteroptimierung ist damit aufgrund des sehr hohen Material- und Zeitaufwands meist nicht wirtschaftlich.

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

Projektpartner / *Partner:*
AFPT GmbH

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



Ganzheitliche Prozesskette des lasergestützten Tapewickelprozesses mit integrierter, effizienter Prozessoptimierung und Qualitätskontrolle zur Herstellung von Bauteilen aus Faser-Thermoplast-Verbunden

Holistic process chain of the laser-assisted tape winding process with integrated efficient process optimization and quality control for the manufacture of fiber-reinforced thermoplastic composite products

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

TopTape – Tape Winding Process with Integrated Quality Control

Laserunterstütze Tapewickelanlage

Laser-assisted tape winding machine

Laser-assisted tape winding offers a great potential for fiber reinforced thermoplastic components in e.g. automotive, aviation and oil & gas industry. The fully automated winding process was brought to a high level of maturity in recent years and, due to the integrated sensors and thermography, it offers the base for a complete process monitoring in the sense of Industry 4.0. As a result of many manual process steps there is still a need for improvement in system engineering and quality control that leads to limited application of large-scale production and an increased rejection rate. The determination of optimal process parameters at this point requires a high level of experience of the operators or the machine manufacturers. Due to the number of process parameters it is not possible to manually test all combinations, thus not exploiting the theoretical full potential of the material. The current procedures for evaluation of the process quality is carried out by determination of material properties using complex test specimens and measurement techniques. Therefore, a complete process optimization is in many cases not economically viable due to high material and time expenses.

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

ZIM
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

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

florian.gortner@ivw.uni-kl.de

TraNa – einfärbbare und flammfeste Sheet Molding Compounds

Florian Gortner

Angesichts der hohen Aufmerksamkeit und Relevanz des Klimawandels in sämtlichen Technologiebereichen, gewinnt die Entwicklung umweltfreundlicher Lösungen auch in der Luftfahrt zunehmend an Bedeutung. Im Kabinenbereich steht dabei insbesondere der Einsatz von ökologisch effizienten Leichtbauwerkstoffen im Vordergrund. Sheet Molding Compounds (SMC) bieten hier ein hohes Potenzial aufgrund ihrer hohen Designfreiheit bei wirtschaftlichen Fertigungskosten, effizienten Fertigungsprozessen und Verzicht auf umweltschädliche Phenolharze. Damit SMC-Bauteile die strengen im Kabinenbereich geltenden Brandschutzanforderungen (FST = Fire, Smoke, Toxicity) erfüllen, werden die zumeist Polyester- oder Vinylester-basierten SMC Halbzeuge mit partikulären Flammschutzmitteln modifiziert. Jedoch sind dazu hohe Füllgrade dieser Partikel notwendig, was sich negativ in der optischen Qualität der Bauteile (Schlierenbildung, mangelnde Einfärbbarkeit), aber auch in den mechanischen Eigenschaften sowie einer hohen Dichte äußert. Die Anwendungsmöglichkeiten aktueller SMCs in der Flugzeugkabine sind also begrenzt. Die meisten Anwendungen in Sichtbauteilen müssen aufgrund der mangelhaften optischen Qualität mit einer kostenintensiven und umweltschädlichen zusätzlichen Lackierung versehen werden. Diese Aspekte stellen wesentliche Hemmnisse für die weitreichende Verwendung von SMC in der Kabine dar. Zudem sind aktuelle SMCs ausschließlich opak. Transluzente bzw. transparente SMCs bieten neue Anwendungsmöglichkeiten.

Ziel des Verbundvorhabens „TraNa“ ist die Material - und Prozessentwicklung für eine neuartige flammgeschützte und gleichzeitig transluzente bzw. homogen einfärbbare SMC-Formulierung zur Verwendung für Komponenten in der Flugzeugkabine. Als neuartige Flammschutzmittel sollen Layered Double Hydroxides (LDH) Nanopartikel eingesetzt werden.

Projektpartner / *Partners:*

CompriseTec GmbH

Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP (Wildau)

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC (Würzburg)

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

jetlite GmbH

Nabaltec AG

Polynt Composites Germany GmbH

Recaro Aircraft Seating GmbH & Co. KG

Schill & Seilacher „Struktol GmbH“

Schmidt & Heinzmann GmbH & Co. KG

Aircraft Catering Trolley

© CompriseTec GmbH

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

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

TraNa – Colorable and Flame-Resistant Sheet Molding Compounds

Considering the high attention and relevance of climate change in all areas of technology, the development of environmentally friendly solutions is also becoming increasingly important in aviation. Especially in the cabin area, the use of ecologically efficient lightweight construction materials is important. Sheet Molding Compounds (SMC) offer a high potential here due to their high degree of design freedom at economical production costs, efficient manufacturing processes and the avoidance of environmentally harmful phenolic resins. SMC components are very often modified with particulate flame retardants to meet the stringent fire protection requirements (FST = Fire, Smoke, Toxicity) that apply in the cabin area. However, this requires high filling levels of these particles, which has a negative effect on the optical quality of the components (formation of streaks, lack of colorability), but also on the mechanical properties and leads to a high density. The fields of application of current SMCs in the aircraft cabin are therefore limited. Most applications in visible components have to be provided with a cost-intensive and environmentally harmful additional coating due to the insufficient optical quality. These aspects are major obstacles to the widespread use of SMC in the cabin. Furthermore, current SMCs are solely opaque. Translucent or transparent SMCs offer new application possibilities.

The objective of the joint project "TraNa" is the material and process development of a novel flame-retardant and at the same time translucent or homogeneously colorable SMC formulation for use in aircraft cabin components. Layered Double Hydroxides (LDH) nanoparticles will be used as novel flame-retardants.

Standard Unit „SU3"

© CompriseTec GmbH

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

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

andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de

Transferfilmbildung

Andreas Gebhard

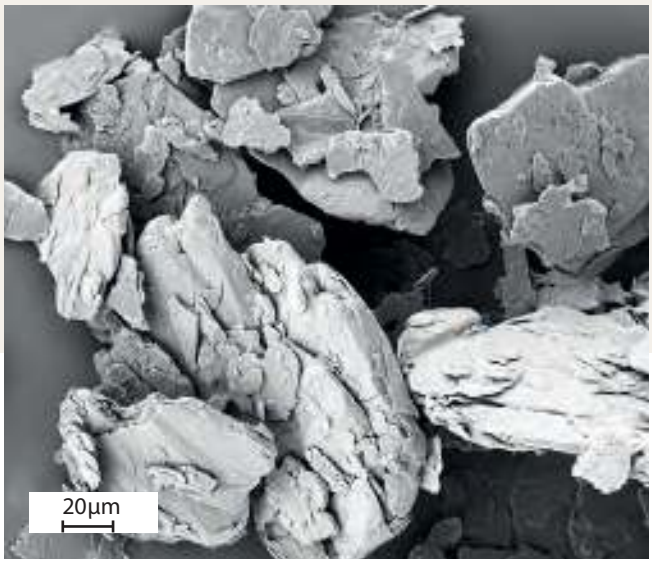
Seit den 1960er Jahren wird der Einfluss von Transferfilmen auf Reibung und Verschleiß von trocken laufenden Polymer-Metall Paarungen untersucht. Wegen fehlender quantitativer und zeitaufgelöster Methoden zur Untersuchung der Transferfilmbildung ist dieser jedoch bis heute nicht abschließend geklärt. Ziel dieses Forschungsvorhabens war es daher, den Einfluss von Füllstoffen in polymeren Verbundwerkstoffen auf die Bildung von Transferfilmen zu untersuchen. Hierzu wurden in einem mit Graphit gefüllten Epoxidharz Graphittyp und -gehalt variiert und Reibung und Verschleiß bei Einsatztemperaturen von 80 bis 140 °C gemessen sowie bei allen Versuchen eine Transferfilm-Luminanzanalyse durchgeführt. In allen Fällen wurde eine positive Korrelation zwischen dem Ausmaß der Transferfilmausbildung, dem Füllstoffgehalt und der Einsatztemperatur gefunden. Bei Temperaturen unterhalb von 120 °C sowie bei einem Graphitgehalt von weniger als 14 Gew.-%, war die Ausbildung eines Transferfilms bei Verwendung eines synthetischen Graphits begünstigt im Vergleich zur Verwendung eines Naturgraphits. Oberhalb 120 °C und 14 Gew.-% war kein signifikanter Einfluss des Graphittyps auf Reibung, Verschleiß und Transferfilmbildung mehr erkennbar. Zusätzlich zu den Untersuchungen am IVW wurde die Transferfilmbildung von Kunststoffverbundwerkstoffen am ISPMS mittels beweglicher zellulärer Automaten modelliert.

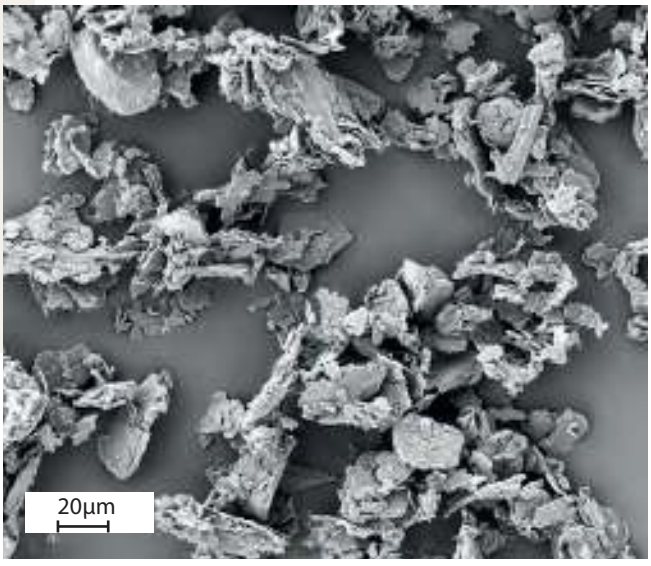
Bei geringem Füllstoffgehalt und niedriger Temperatur bilden synthetische Graphite einen ausgeprägteren Transferfilm als natürliche Graphite und können dadurch Reibung und Verschleiß von Epoxidharzverbundwerkstoffen effektiver reduzieren.

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

REM Abbildungen vom getesteten Natur- (links) und synthetischem Graphit (rechts)

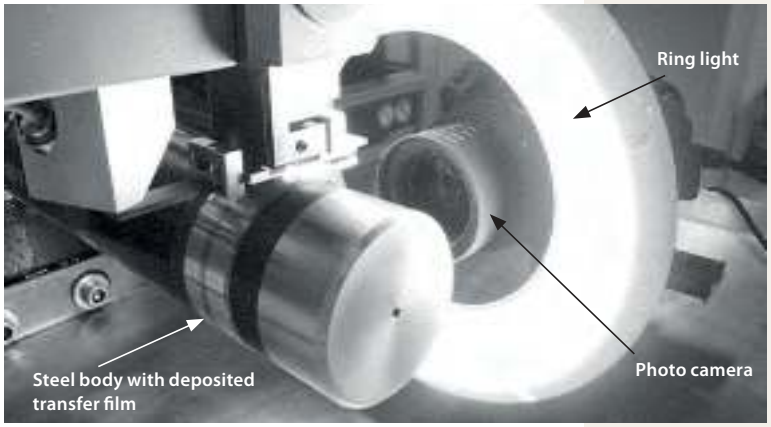
SEM micrograph of tested natural (left) and synthetic graphite (right)





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

Transfer Film Formation



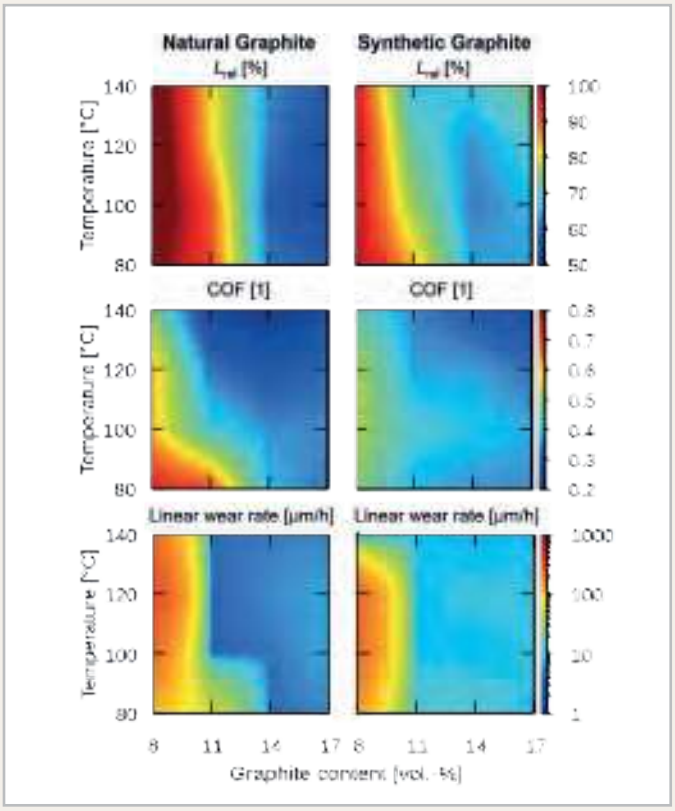
Deutsche Forschungsgemeinschaft

Experimenteller Aufbau der Transferfilm-detektionsmethode

Experimental setup of transfer film detection technique

Since the 1960s the influence of transfer films on friction and wear of dry sliding polymer-metal pairings has been studied. However, due to the lack of quantitative and time-resolved methods to study transfer film formation, information on the role of transfer films has not been conclusively clarified to date. The aim of this research project was to investigate the influence of fillers in polymer composites on the formation of transfer films. For this purpose, graphite type and content were varied in a graphite-filled epoxy compound and friction and wear were measured at operating temperatures of 80 to 140°C. Additionally, a transfer film luminance analysis was performed in all experiments. In all cases a positive correlation was found between the extent of transfer film formation, the filler content and the operating temperature. At temperatures below 120°C and at a graphite content of less than 14 wt.%, the formation of a transfer film was more pronounced when using synthetic graphite compared to natural graphite. Above 120°C and 14 wt.%, no significant influence of the graphite type on friction, wear and transfer film formation could be detected. In addition to the investigations at IVW, the transfer film formation of polymeric composites was modelled at ISPMS using movable cellular automata.

At low filler content and low temperature, synthetic graphite forms a more pronounced transfer film than natural graphite and can therefore reduce friction and wear of epoxy compounds more effectively.



Transferfilmluminanz DL_{rel}, Reibungskoeffizient COF und lineare Verschleißrate w_t eines mit Natur- und Kunstgraphit modifizierten Epoxidharzes als Funktion der Wellentemperatur und des Graphitgehalts

Transfer film luminance DL_{rel}, coefficient of friction and linear wear rate w_t of an epoxy resin modified with natural and synthetic graphite as a function of counter body temperature and graphite content

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

bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de

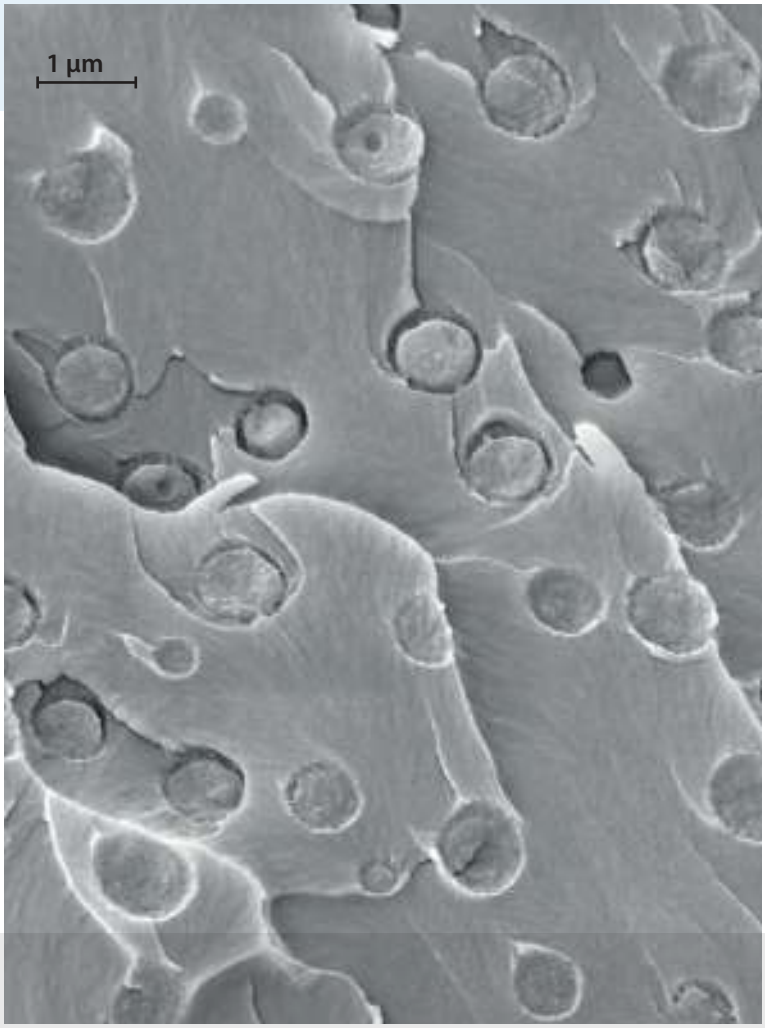
Volumenausdehnung in Polymeren und Verbundwerkstoffen mit TMOR

Bernd Wetzel

Die Volumenausdehnung eines Materials aufgrund Erwärmung ist ein Phänomen, das von anharmonischen intermolekularen Wechselwirkungen abhängt. Während ihrer Herstellung und ihrer Lebenszeit durchlaufen Materialien unterschiedliche Temperaturzyklen und sind beachtlichen Änderungen des spezifischen Volumens ausgesetzt. Dies hat Auswirkungen auf technische Anwendungen. Startet ein Flugzeug in einem warmen Land in Äquatornähe und steigt dann auf 11 km Flughöhe, durchläuft es Temperaturunterschiede von über 100 °C bis es in kühleren Gefilden landet. Bereits während der Herstellung von Verbundwerkstoffen aus reaktiven Polymeren dehnen sich diese durch Erwärmung aus und schrumpfen dann wieder durch die Polymerisation. Eine neue Methode bietet nun direkten, präzisen und messtechnisch unkomplizierten Zugriff auf die thermische Volumenausdehnung: die Temperaturmodulierte Optische Refraktometrie (TMOR). Ein Refraktometer misst die optischen Brechungseigenschaften eines Materials, das periodisch durch Temperaturmodulation mit der Frequenz ω stimuliert wird. Die Korrelation von Brechungsindex und Dichte liefert statische ($\beta s(T)$) und dynamische ($\beta'(\omega,T)$ und $\beta''(\omega,T)$) Volumenausdehnungskoeffizienten in Abhängigkeit der Temperatur (T). TMOR bietet Zugang zu thermodynamischen Suszeptibilitäten, Phänomenen und Prozessen, die mit der Erwärmung, Kühlung und Umgebung des Materials zusammenhängen, z.B. Polymerisation, Phasenbildung, Entmischung, Kristallisation, Schrumpf, Alterung, etc. Auch synchrone und konkurrierende Vorgänge werden erfasst, z.B. die Polymerisation von Epoxidharz bei gleichzeitiger Entmischung von Nanophasen und der chemischen Verglasung des Systems. Die zuverlässige und hochgenaue Messmethode ermöglicht, bei gleichzeitiger mathematischer Bewertung kompletter Fresnel-Kurven, neue und grundlegende Erkenntnisse zu Morphologien und Eigenschaften von Polymeren und Verbundwerkstoffen und damit die Entwicklung neuer Materialien und bessere Kontrolle von Herstellungsprozessen.

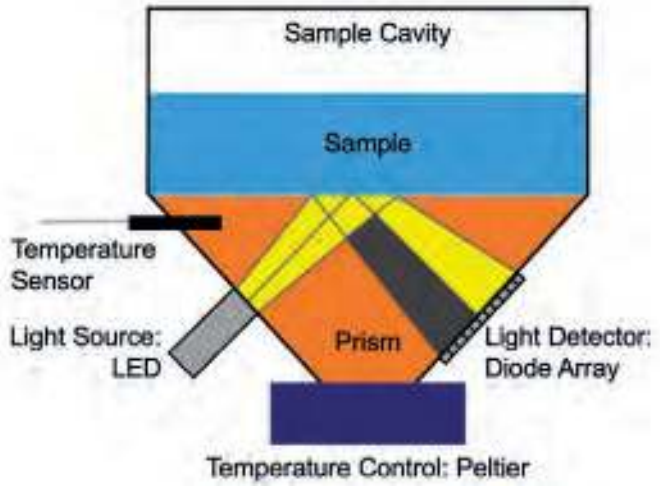
Morphologie des Werkstoffes nach Polymerisation und Phasenseparation (Bruchfläche, REM)

Morphology of the material after polymerization and phase separation (fracture surface, SEM)



Das Projekt zielt auf die Anwendung von TMOR zur Bestimmung thermischer Volumenausdehnung in Polymeren und Verbundwerkstoffen sowie den damit grundlegend zusammenhängenden werkstofflichen Phänomenen.

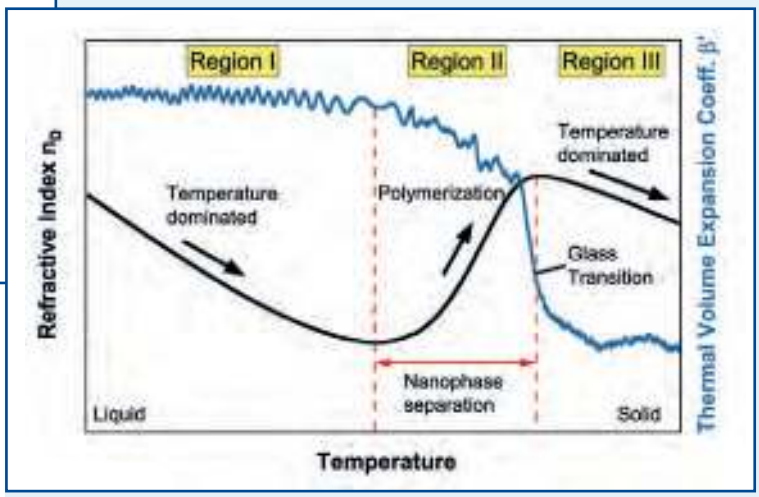
Volume Expansion in Polymers and Composites with TMOR



With courtesy of Prof. Dr. Dr. hc Jan. K. Krüger

Schematische Darstellung des Messprinzips der Temperatur Modulierten Optischen Refraktometrie (TMOR)

Schematic representation of the measurement principle of the Temperatur-Modulated Optical Refractometry (TMOR)



Schematische Darstellung der Polymerisation eines Epoxidharzes samt Phasenseparation und Verglasung detektiert mit TMOR

Schematic representation of the polymerization of epoxy incl. phase separation and vitrification as detected by TMOR

The volume expansion of a material due to heating is a phenomenon that depends on anharmonic intermolecular interactions. During their processing and their lifetime materials undergo various temperature cycles and are subjected to remarkable fluctuation changes of specific volume. This has implications on technical applications. An airplane starting in hot regions close to the equator and then climbing on a cruising altitude of 11 km experiences total temperature differences of more than 100°C before landing in cooler climates. Already during the manufacturing of polymer composites from reactive polymers they expand due to warming and then shrink due to polymerization. A new method now allows direct, precise and uncomplicated assessment of the thermal volume expansion: the temperature-modulated optical refractometry (TMOR). A refractometer measures optical refractive indices of a material which is periodically stimulated by temperature modulation of frequency ω. The correlation between refractive index and density provides the static (βs(T)) and dynamic (β'(ω,T), β''(ω,T)) coefficient of thermal volume expansion coefficient in dependency of the temperature (T). Thus, TMOR offers access to thermodynamic susceptibilities, phenomena, and processes, which are related to warming, cooling and environmental influences, e.g. polymerization, phase formation, segregation, crystallization, shrinkage, aging, etc. Also synchronous and competing processes are captured, e.g. the polymerization of epoxy resin and simultaneous segregation of nanophases accompanied by chemical vitrification of the system at the same time. The reliable and highly precise measurement method combined with mathematical evaluations of complete Fresnel curves allows gaining new and fundamental insights into morphologies and properties of polymers and composites, and thus the development of new materials and improved control over manufacturing processes.

This project aims to apply the TMOR method for determining thermal volume expansion of polymers and composites and as well as the fundamentally related material phenomena.

PERSONAL

Im Jahr 2020 erbrachten durchschnittlich 121 engagierte und kreative Mitarbeitende herausragende wissenschaftliche Arbeit, wodurch wieder wertvolle Forschungsergebnisse generiert werden konnten. Unterstützung erhielten sie hierbei von 42 studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräften.

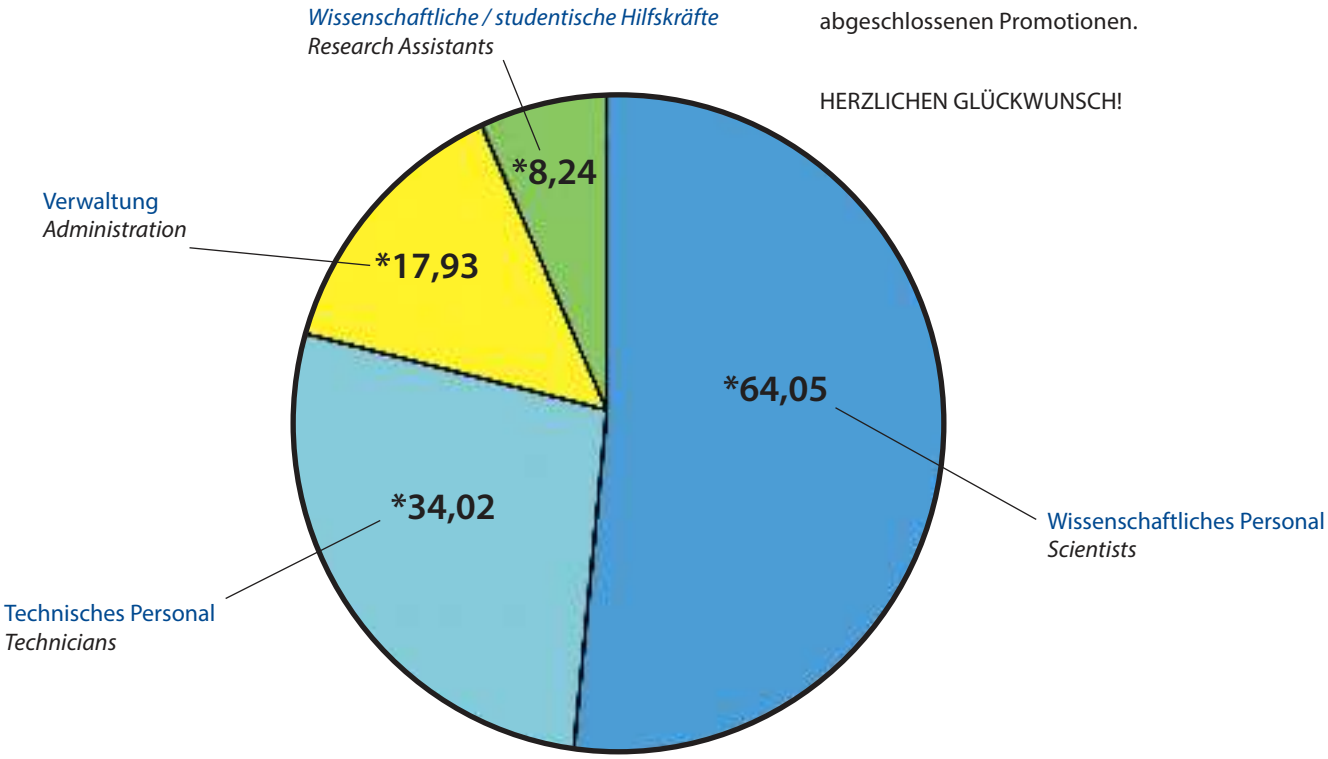
Einen wertvollen Beitrag zu den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten leisteten außerdem unsere wissenschaftlichen Gäste, Doktorandinnen und Doktoranden, Praktikantinnen und Praktikanten sowie Studierende im Rahmen von Studien-, Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten.

Rund 250 Personen aus 21 Nationen waren in diesem Jahr am IVW tätig, wobei der Anteil an ausländischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern rund 15 % betrug.

Der Frauenanteil bei den Mitarbeitenden lag im Jahresmittel bei rund 25 %, wobei der Frauenanteil im wissenschaftlichen Bereich auf 17 % gesteigert werden konnte.

Sieben Mitarbeiter des Instituts sowie zwei externe Doktoranden freuten sich 2020 über ihre erfolgreich abgeschlossenen Promotionen.

HERZLICHEN GLÜCKWUNSCH!



*Anzahl in Vollzeitäquivalenten
Number of full-time equivalents

zusätzlich / *in addition*

Doktoranden / *PhD students*	4
Wissenschaftliche Gäste / *Guest scientists*	2
Studien- / Diplom- / Bachelor- und Masterarbeiten / *Students (theses)*	70
Praktika / *Internships*	9

In 2020, an average of 121 dedicated and creative employees produced outstanding scientific work, which in turn generated valuable research results. They were supported by 42 student and research assistants.
Our scientific guests, doctoral candidates and interns also made a valuable contribution to the research and development work, as well as our students within the scope of their study, diploma, bachelor's and master's theses.
Around 250 people from 21 nations were employed at IVW this year, with the proportion of foreign scientists amounting to around 15%.
The share of women among the employees was about 25% on an annual average, whereby the share of women in the scientific area could be increased to 17%.
Seven IVW employees and two external doctoral candidates successfully completed their doctorates in 2020.

CONGRATULATIONS!

Benjamin Kelkel

Yves Becker

Oliver Rimmel

Florian Kühn

Christian Goergen

Tobias Donhauser

Matthias Domm

Doktoranden 2020

PhD students 2020

STAMMPERSONAL

(Stand 3/21)

Administrative Geschäftsführung
N.N.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Aufsichtsrat / Supervisory Board

Dr. Carola Zimmermann
(Vorsitzende)
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

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

Alexander Wieland
Ministerium der Finanzen, Mainz

Wissenschaftlicher Beirat / Scientific Advisory Board

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

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

Prof. Clemens Dransfeld
TU Delft

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

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

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

Industrieller Nutzerbeirat / Industrial User Advisory Board

Dr. Guiscard Glück
(Vorsitzender)
BASF SE

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

Dr. Veronika Bühler
SGL TECHNOLOGIES GmbH

Dr. Christina Hack
Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG

Dr. Martin Hillebrecht
EDAG Engineering AG

Dipl.-Ing. Bernd Räckers
Airbus Operations GmbH

Dipl.-Ing. Barbara Schweickert
BMW AG

Dr. Elmar Witten
AVK – Industrievereinigung faserverstärkte Kunststoffe

(*Status 3/21*)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

WISSENSCHAFTLICHES PERSONAL

(Stand 3/21)

KOMPETENZFELDLEITER / *RESEARCH MANAGERS*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

A

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

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

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

B

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

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

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

Dr. Lubov Bendler
Tailored Thermosets & Biomaterials
lubov.bendler@ivw.uni-kl.de

Dipl.-Ing. Benedikt Bergmann
Roving & Tape Processing
benedikt.bergmann@ivw.uni-kl.de

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

C

Dipl.-Ing. Stefano Cassola
Process Simulation
stefano.cassola@ivw.uni-kl.de

D

Dr.-Ing. Tobias Donhauser
Mechanical
Characterization & Modeling
tobias.donhauser@ivw.uni-kl.de

E

M.Sc. Esha
Fatigue & Life Time Prediction
esha@ivw.uni-kl.de

F

M.Sc. Alexander Faas
Impregnation & Preform Technologies
alexander.faas@ivw.uni-kl.de

Dipl.-Ing.Marc Fickert
Tribology
marc.fickert@ivw.uni-kl.de

G

Dr.-Ing. Florian Gortner
Press & Joining Technologies
florian.gortner@ivw.uni-kl.de

Dr. Liudmyla Gryshchuk
Tailored Thermosets & Biomaterials
liudmyla.gryshchuk@ivw.uni-kl.de

Dipl.-Chem. Maurice Gilberg
Tailored Thermosets & Biomaterials
maurice.gilberg@ivw.uni-kl.de

H

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

M.Sc. Alexander Huf
Mechanical
Characterization & Modeling
alexander.huf@ivw.uni-kl.de

J

M.Sc.Jan Janzen
Impregnation & Preform Technologies
jan.janzen@ivw.uni-kl.de

K

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

M.Sc. Andreas Kenf
Mechanical
Characterization & Modeling
andreas.kenf@ivw.uni-kl.de

(*Status 3/21*)

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

Dipl.-Ing. Robert Köhler
Press & Joining Technologies
robert.koehler@ivw.uni-kl.de

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

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

Dipl.-Ing. Manuel Kunzler
Tailored & Smart Composites
manuel.kunzler@ivw.uni-kl.de

M

M.Sc. Konstantin Mehl
Mechanical Characterization & Modeling
konstantin.mehl@ivw.uni-kl.de

Dipl.-Ing. Florian Mischo
Mechanical Characterization & Modeling
florian.mischo@ivw.uni-kl.de

N

M.Sc. Alexander Nuhn
Roving & Tape Processing
alexander.nuhn@ivw.uni-kl.de

M.Sc. Vinay Nagaraj
Design of Composite Structures
vinay.nagaraj@ivw.uni-kl.de

P

M.Sc. Claudius Pirro
Tailored Thermosets & Biomaterials
claudius.pirro@ivw.uni-kl.de

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

R

M.Sc. Jan Rehra
Mechanical Characterization & Modeling
jan.rehra@ivw.uni-kl.de

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

M.Sc. Ilona Ryl
Mechanical Characterization & Modeling
ilona.ryl@ivw.uni-kl.de

S

Dipl.-Ing. Maximilian Salmins
Press & Joining Technologies
maximilian.salmins@ivw.uni-kl.de

Dr.-Ing. David Scheliga
Mechanical Characterization & Modeling
david.scheliga@ivw.uni-kl.de

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

M.Eng. Stefan Schmidt
Mechanical Characterization & Modeling
stefan.schmidt@ivw.uni-kl.de

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

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

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

V

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

W

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

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

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

Y

M.Sc. Harutyun Yagdjian
Tailored & Smart Composites
harutyun.yagdjian@ivw.uni-kl.de

Nachwuchsgruppe TopComposite / *Junior Research Group TopComposite*

Dr.-Ing. David May
Nachwuchsgruppenleiter / *Junior Research Group Leader*
david.may@ivw.uni-kl.de

Dipl.-Ing. Peter Arrabiyeh
peter.arrabiyeh@ivw.uni-kl.de

Dipl.-Ing. Maximilian Eckrich
maximilian.eckrich@ivw.uni-kl.de

M.Sc. Anna Maria Dlugaj
anna.dlugaj@ivw.uni-kl.de

EXIST Forschungstransfer / *EXIST Transfer of Research*

EVOLIME RADIAL COMPOSITES

Dr.-Ing. Marcel Bücker
Projektleiter / *Project Manager*
m.buecker@evolime.de

Frank Belyea
f.belyea@evolime.de

Dipl.-Ing. Valentin Hörtdörfer
v.hoertdoerfer@evolime.de

Dr. rer. pol. habil. Thomas Robbert
t.robbert@evolime.de

Wissens- & Technologie-Transfer

Der Transfer von Wissen und Technologie in Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft ist unser Ziel – dafür sind wir auf unterschiedlichen Transferpfaden unterwegs.

Ausgründungen

- Wir unterstützen Ausgründungen proaktiv
- Wir begleiten Exist-Vorhaben – vom Antrag bis zur Durchführung

Auftragsforschung

- Für industrielle F&E Herausforderungen finden wir die passende Lösung
- In unseren Netzwerken verbinden wir Sie mit dem richtigen Partner

Schutzrechte

- Wir fördern die Innovationskultur
- Wir begleiten Erfindungen von der Idee bis zum Schutzrecht

Normung und Standardisierung

- Im Interesse der Anwender setzen wir uns für die richtigen Standards ein
- Die IVW-Expertinnen und Experten sind in den nationalen und internationalen Arbeitskreisen für Standardisierung aktiv

Transfer über Köpfe

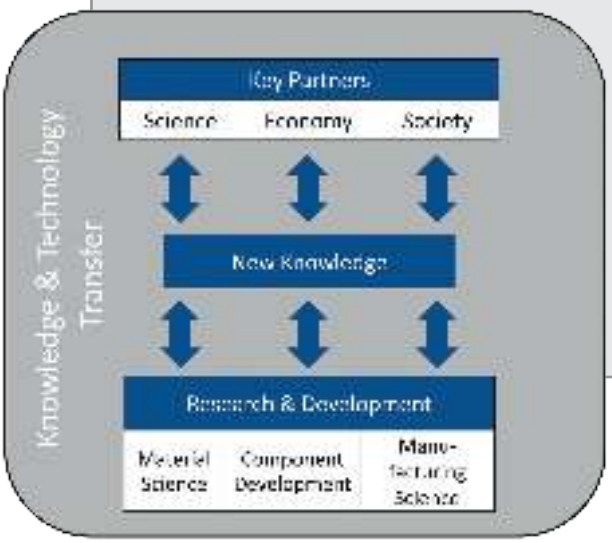
- Technologie steckt in Köpfen: Wir organisieren für Sie die passenden Fachseminare
- Wir bilden aus: Unsere Absolventinnen und Absolventen sind Träger fortschrittlicher Technologie

Infrastrukturdienstleistungen

- Sie suchen Unterstützung z.B. bei Werkstoffprüfungen oder Struktur-Tests – wir helfen Ihnen
- Sie möchten in der Fertigungstechnik neue Wege gehen – bei uns finden Sie das Equipment mit dem richtigen Partner

Wissenschaftskommunikation

- Wir sind aktiv auf Messen und in Netzwerken
- Wir vermitteln Wissen – für Schülerinnen und Schüler, Bürgerinnen und Bürger, für die Wissenschaft, die Wirtschaft und die Politik



Sprechen Sie uns an!

Dr.-Ing. Robert Lahr
Leiter
Management

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

Regina Köhne
Sekretärin
Secretary

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

Knowledge & Technology Transfer

The transfer of knowledge and technology to business, science and society is our goal – that is why we are using various transfer paths.

Spin-offs

- We proactively support spin-offs
- Support of EXIST projects
- Latest spin-off: Evolime GmbH

Standardization

- Standardization of FRP
- Focus on continuous fiber reinforcement and impregnation

Contract research

- Approx. 100 bilateral industrial projects in 2020
- Presence in virtual networks

Transfer over heads

- IVW alumni network
- Conduction of seminars

Industrial property rights

- Innovation culture at IVW
- Two patent applications and one utility model 2020
- One patent granted in 2020

Infrastructure services

- Support of the EFRE projects TTC and Chara-TPC
- Coordination of industrial working groups

Science communication

- Contact person for all members of society
- Onsite-events in Kaiserslautern
- Establishment of virtual possibilities for knowledge transfer (virtual laboratories)

Contact us !

Dipl.-Bw. (FH) Nora Feiden
internationale Förderprogramme
International funding programs

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

Dr.-Ing. Birgit Bittmann-Hennes
internationale Förderprogramme
International funding programs

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

Dipl.-Sporting. Matthias Bendler
nationale Förderprogramme
National funding programs

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

CU West

Regionalabteilung CU West des Composites United e.V.

Die Arbeiten des CU West im Jahr 2020 waren auf die Nachhaltigkeit von Composites konzentriert, um damit unseren Mitgliedern einen wesentlichen Mehrwert bieten zu können. Konkret wurden dabei folgende Schwerpunktprojekte unterstützt:

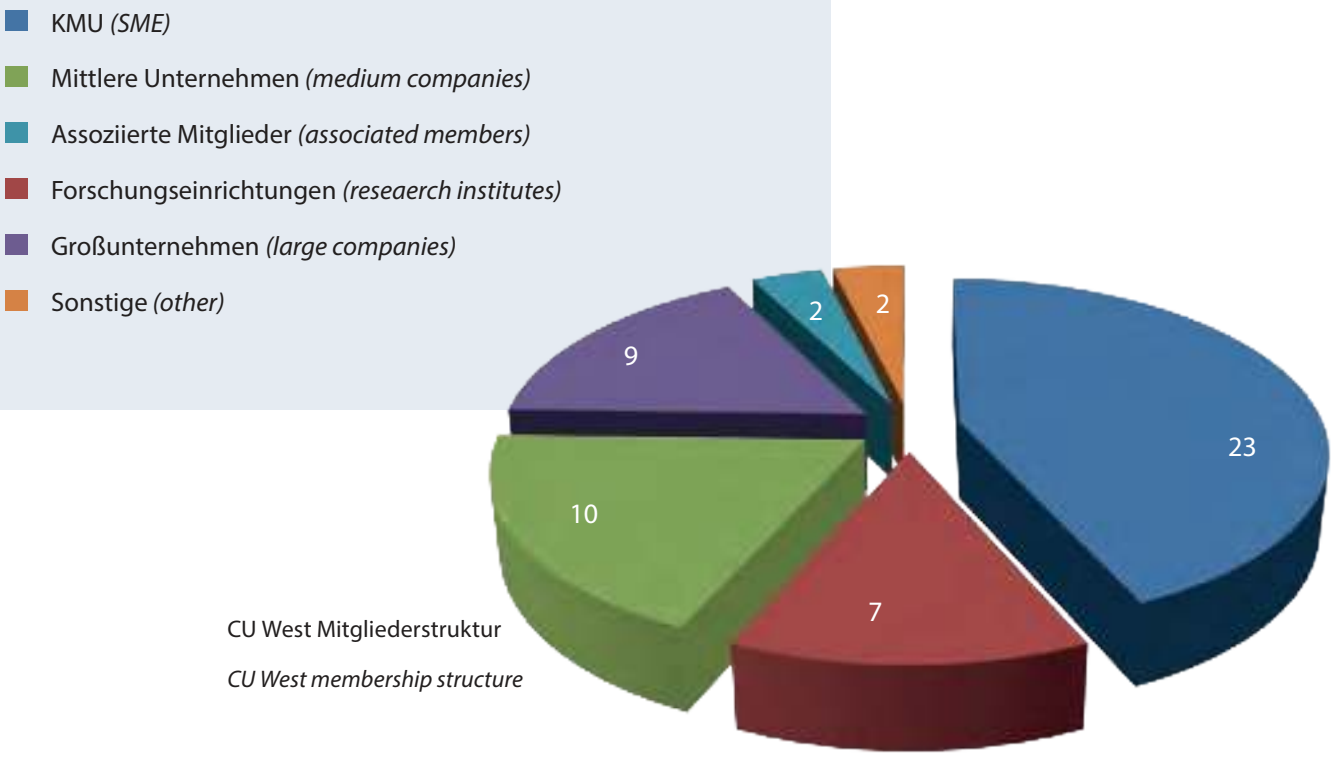
Energetische und rohstoffliche Verwertung von CFK-Abfällen um eine rückstandsfreie Verwertung von Kohlenstofffasern sicherzustellen – UFOPLAN-Vorhaben mit den Partnern RWTH Aachen, KIT (Karlsruhe), TU Dresden, TH Nürnberg, Verein Deutscher Zementwerke, Martin GmbH für Umwelt- und Energietechnik, Indaver Deutschland GmbH, Heidelberg-Cement AG

Freisetzungsverhalten und Toxizität von CF bei thermischer und mechanischer Belastung um die Arbeitssicherheit und damit Einsatzfähigkeit von Kohlenstofffasern sicherstellen zu können – BMBF-Projekt mit den Partnern Karlsruher Institut für Technologie KIT (ITC), RWTH Aachen (TEER), Vitrocell Systems GmbH, Palas GmbH, Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Kohlenstofffasern auf Basis nachwachsender Rohstoffe – Green2Black – Unterstützung zur Realisierung des Forschungsprojektes um eine die Transformation der kunststoffproduzierenden- und verarbeitenden Industrie zu einer bioökonomischen Industrie zu realisieren

In 2020 hat der CU West zahlreiche Veranstaltungen durchgeführt und unterstützt, unter anderem

- die CU-Themenwoche der „Nachhaltigkeit“,
- den CU-Thementag „Carbon-Faser-Vielfalt für die Praxis“ und
- den CU-Thementag „Biocomposites mit dem Fokus auf naturfaserverstärkte Kunststoffe“.



CU West Mitgliederstruktur

CU West membership structure

Composites United e.V. ist eines der größten, weltweiten Netzwerke für den faserbasierten, multimaterialen Leichtbau mit internationalen Vertretungen in der Schweiz, Österreich, Belgien, Japan, Süd-Korea, China und Indien.
Der Sitz des Vereins ist Berlin. Das IVW ist im Vorstand CU West vertreten.

Strategiesitzung des Composites United e.V. in Berlin

Strategy meeting of the Composites United e.V. in Berlin

The work of CU West in 2020 was focused on the sustainability of composites in order to be able to provide significant added value to our members. In concrete terms, the following priority projects were supported:

***Energetic and raw material recycling of CFRP waste** to ensure residue-free recycling of carbon fibers - UFO-PLAN project with the partners RWTH Aachen, KIT (Karlsruhe), TU Dresden, TH Nürnberg, Verein Deutscher Zementwerke, Martin GmbH für Umwelt- und Energietechnik, Indaver Deutschland GmbH, HeidelbergCement AG*

***Release behavior and toxicity of CF under thermal and mechanical stress** to ensure occupational safety and thus the usability of carbon fibers - BMBF project with the partners Karlsruhe Institute of Technology KIT (ITC), RWTH Aachen (TEER), Vitrocell Systems GmbH, Palas GmbH, Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH*

***Carbon fibers based on renewable raw materials – Green2Black** – support for the realization of the research project to realize the transformation of the plastics producing and processing industry to a bio-economic industry*

In 2020, CU West has organized and supported numerous events, including

- *the CU theme week of "sustainability",*
- *the CU theme day "Carbon Fiber Diversity for Practice" and*
- *the CU theme day "Biocomposites with a focus on natural fiber reinforced plastics".*

Composites United e.V. is one of the largest global networks for fiber-based, multi-material lightweight construction with international representatives in Switzerland, Austria, Belgium, Japan, South Korea, China and India. The headquarters of the association is in Berlin. The IVW is represented on the CU West Executive Committee.

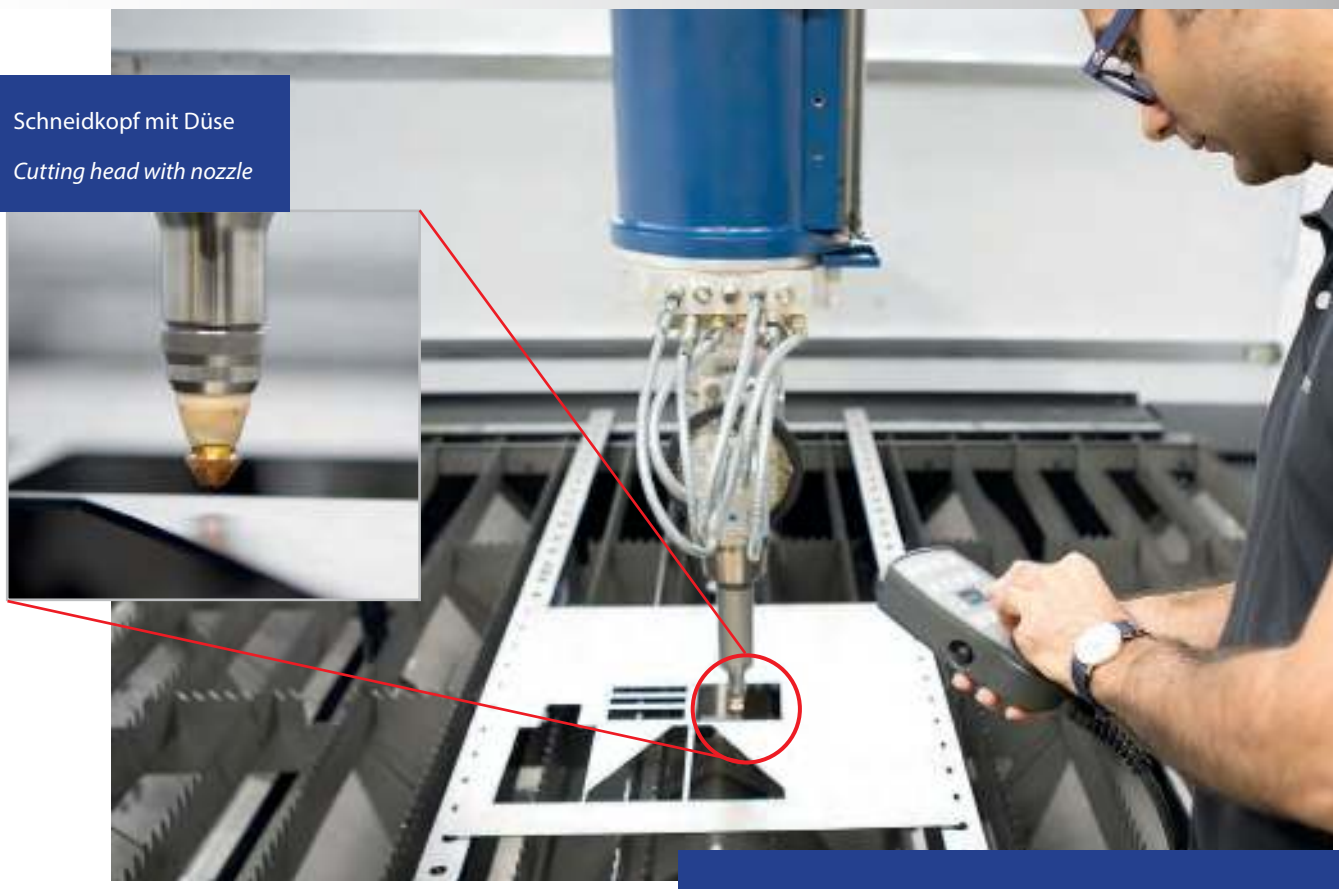
Innovationszentrum Thermoplaste

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 2018 für das IVW ein neues EFRE-Vorhaben „TTC – Technologiezentrum Thermoplastische Composites. Vom Halbzeug zum Formteil – Hocheffizient" bewilligt. Mit diesem für den Technologiestandort Kaiserslautern strukturbildenden Vorhaben erhält das Institut die Möglichkeit zur Beschaffung innovativer Forschungsinfrastruktur, die seinen Wissenschaftlern – gemeinsam mit der Science Alliance – in den kommenden Jahren Forschung für die Verbundwerkstoffe der Zukunft auf höchstem Niveau ermöglicht. Erste Anlagen wie der schnellste Tapeleger der Welt und eine Laserschneidanlage für thermoplastische FKV wurden bereits installiert. Die wissenschaftliche Bearbeitung einer Vielzahl von öffentlichen und bilateralen Projekten mit dem Fokus „Thermoplastische FKV" bietet auch die Grundlage für den weiteren Kompetenzausbau. Herauszustellen ist hierbei auch die Arbeit im Bereich der Standardisierung von Prüfmethoden von thermoplastischen FKV. Seit April 2020 ist das IVW durch Herrn Dr. Sebastian Schmeer als Leiter des Fachbereichs 2 (Duroplast- und Thermoplast-Formmassen) des Normenausschuss Kunststoffe (FNK) des Deutschen Instituts für Normung (DIN) vertreten. Ziel ist die Einführung eines nationalen als auch internationalen Standards für thermoplastische FKV. Das IVW nimmt neben der Bearbeitung von Forschungsprojekten auf diesem Gebiet auch eine führende Rolle in Arbeitskreisen und Netzwerken ein, so z.B. dem Arbeitskreis zur Charakterisierung von UD-Tapes und Organoblechen der AVK sowie dem Arbeitskreis „Thermoplaste" des Composites United e.V.. Gemeinsam mit unseren Ausgründungen arbeiten wir auch im Bereich der Tape-Verarbeitung. Darüber hinaus fließen die Kompetenzen des Instituts in die Lehre der TU Kaiserslautern sowie in überregionale Lehr- und Weiterbildungsveranstaltungen ein. So führen Mitarbeitende des IVW auch regelmäßig Weiterbildungen im Bereich der Thermoplastischen FKV in Augsburg und Stade durch.

Tapeleger mit 3,5 x 1,5 m² großem Tisch

Tape layer with a 3.5 x 1.5 m² large table

RheinlandPfalz
Das Projekt zu Investitionen in Wachstum und Beschäftigung
TTC – Technologiezentrum Thermoplastische Composites
wurde von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und dem Land Rheinland-Pfalz gefördert.



Schneidkopf mit Düse

Cutting head with nozzle

Einstellen und überprüfen der Schneidparameter an der Laserschneidanlage

Setup and check of the cutting parameters on the laser cutting system

Since its foundation, IVW has placed a particular focus on the field of thermoplastic fiber reinforced composites. In the past years, this orientation has been consistently strengthened and further developed for thermoplastic composites of more than regional significance. The expertise built up over many years is incorporated into new developments along the entire process chain of thermoplastic FRP. In 2018, the state of Rhineland-Palatinate has awarded a grant to IVW for a EFRE project titled „TTC – Technology Center for Thermoplastic Composites. From semi-finished product to molded part – highly efficient". With this project, which forms the structure for the technology location Kaiserslautern, the institute is given the opportunity to procure an innovative research infrastructure that will enable its scientists – together with the Science Alliance – to conduct research for the composite materials of the future at the highest level in the coming years. The first technical equipment, such as the world's fastest tape layer or a laser cutting system for thermoplasltic FRP have already been installed. The scientific processing of a large number of public and bilateral projects with the focus on „Thermoplastic FRP" also provides the basis for the further expansion of our expertise. The work in the field of standardization of test methods for thermoplastic FRP should also be emphasized here. Since April 2020, IVW is represented by Dr. Sebastian Schmeer as head of Department 2 (Thermoset and Thermoplastic Molding Compounds) of the Plastics Standards Committee (FNK) of the German Institut for Standardization (DIN). The aim is to introduce a national and international standard for thermoplastic FRP. IVW plays a leading role in research projects in this field as well as in working groups and networks, e.g. the working group for the characterization of UD tapes and organo sheets of the AVK and the working group „Thermoplastics" of the Composite United e.V.. Together with our spin-offs we are also working in the area of tape processing. In addition, the institute's competencies are incorporated into the teaching of the TU Kaiserslautern as well as into supra-regional teaching and further education events. For example, IVW employees regularly conduct further training courses in the field of thermoplastic testing in Augsburg and Stade.

INTERDISZIPLINÄRE FORSCHUNGSGRUPPEN

TopComposite – Topologieoptimierte und ressourceneffiziente Composites für Mobilität und Transport

David May

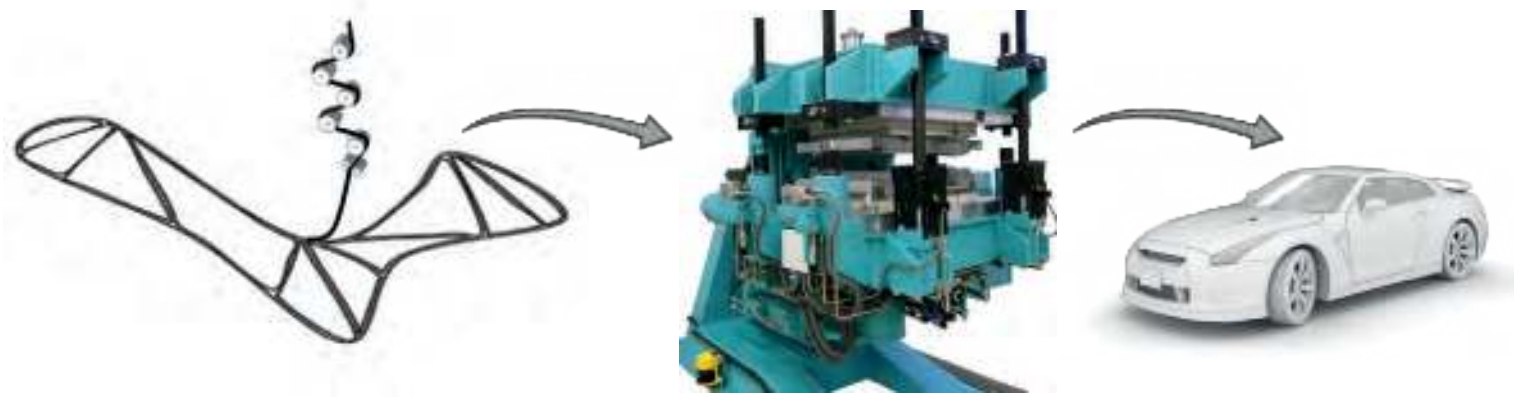
Ziel der Nachwuchsgruppe ist die Entwicklung des neuen Faser-Kunststoff-Verbundes „TopComposite“. Dieser ist das Ergebnis eines neuartigen Herstellverfahrens, speziell adaptierter Matrixsysteme und einer für die verfahrens- und materialtechnischen Möglichkeiten maßgeschneiderten Bauweise. Das neue Herstellverfahren erlaubt die kontinuierliche Förderung von Faserbündeln, die direkt während des Prozesses mit einem duroplastischen Harzsystem imprägniert werden. So kann eine topologieoptimierte, additive Ablage kontinuierlicher Faserbündel erfolgen.

Die Fasern können sowohl in geraden als auch in gekrümmten Pfaden abgelegt werden. Auch eine Ablage in Schlaufen ist durch dieses Herstellungsverfahren möglich. Dies ermöglicht eine lastpfadgerechte Faserpositionierung, sodass die Fasern nur dort eingebracht werden, wo sie zur Verstärkung wirklich benötigt werden. Dadurch soll eine Minimierung des Materialeinsatzes erfolgen und gleichzeitig eine quasi-abfallfreie Fertigung von FKV Bauteilen ermöglicht werden.

Die Gruppe wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), nachdem sich Dr.-Ing. David May im Nachwuchswettbewerb „NanoMatFutur“ durchsetzen konnte. Über einen Förderzeitraum von fünf Jahren wird ein interdisziplinäres fünfköpfiges Team mit Mitgliedern aus den Fachrichtungen Verfahrenstechnik, Chemie, Materialwissenschaften, Konstruktion und Wirtschaftswissenschaften zusammenarbeiten, um Bauweisen, Prozesse und Materialien optimal aufeinander abzustimmen.

Mitglieder der Nachwuchsgruppe

Members of the junior research group



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

In this junior research group, the new fiber reinforced polymer (FRP) material "TopComposite" is to be developed. This material is the result of a new manufacturing process, specially adapted matrix systems and a design method tailored to the process and material technology possibilities. The new manufacturing process allows continuous conveying of fiber bundles which are impregnated with a thermosetting resin system directly during the process. This allows topology-optimized, additive deposition of continuous fiber bundles. The fibers can be deposited in both straight and curved paths. Even a deposition in loops is possible. Hence, load-path-compatible fiber positioning is enabled, so that the fibers are only placed where they are really needed for reinforcement. This is intended to minimize the use of material and at the same time enable a virtually waste-free production of FRP components.

The group is funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF), after Dr.-Ing. David May won the "NanoMatFutur" competition for young scientists. An interdisciplinary team with members from the fields of manufacturing science, chemistry, materials science, design and economics will work together over a funding period of five years to optimally coordinate design methods, processes and materials.

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

Chancengleichheit am IVW – Rückblick

Das Jahr 2020 war für die Aktivitäten zur Chancengleichheit am IVW ein sehr reges. So bekam das Institut das Prädikat für Chancengleichheit „TOTAL E-QUALITY“ verliehen und wurde Mitglied beim Unternehmensnetzwerk „Erfolgsfaktor Familie“.

Die Geschäftsführung arbeitet eng mit den Gleichstellungsbeauftragten und dem Betriebsrat zusammen, um das Arbeitsumfeld an heutige Bedürfnisse anzupassen und Chancengleichheit zwischen den Beschäftigten zu ermöglichen.

Viele Maßnahmen aus dem bereits im Jahr 2018 beschlossenen Gleichstellungsplan wurden weiter umgesetzt und ergänzt. Die Erhöhung der Flexibilität in der Arbeitszeitgestaltung und dadurch eine Verbesserung der Vereinbarkeit von Beruf und Familie ist ein Schlüsselthema für alle Mitarbeitenden und wird deswegen in verschiedenen internen und externen Netzwerken weiterentwickelt.

Auswahl an bereits umgesetzten Maßnahmen:

- Gleitzeit
- Mobiles Arbeiten
- Nutzung geschlechterneutraler Sprache
- Einrichtung eines Familienzimmers
- Kostenübernahme für Kinderbetreuung bei Dienstreisen und Institutsveranstaltungen
- Teilnahme der Gleichstellungsbeauftragen, des Betriebsrates und des Personalwesens an Schulungen und Seminaren zu Themen „familienfreundliches Personalmanagement“
- Teilnahme für IVW-Nachwuchswissenschaftlerinnen am TUK-Mentoring-Programm
- Paritätische Besetzung von wissenschaftlichem Beirat und industriellem Nutzerbeirat
- Steuerungskreis „Personalbeschaffung“ zur Erhöhung des Frauenanteils, insbesondere im wissenschaftlichen Bereich und auf Führungsebene
- Gesundheitsmanagement
- Jährliche Verleihung des Gleichstellungspreises an eine Person aus der Belegschaft
- Gründung des Netzwerkes zur „familienfreundlichen Fachkräftegewinnung“ am Standort Kaiserslautern unter Leitung von „Science & Innovation Alliance Kaiserslautern“ SIAK e.V. (https://bit.ly/397r70a)

Weitere Informationen sind auf unserer Webseite im Bereich „Chancengleichheit“.

Familienzimmer

Family room

2020 was a very busy year with regard to the equal opportunities activities at IVW. For one, the institute was awarded the "TOTAL E-QUALITY" certificate for equal opportunities and became a member of the corporate network "Erfolgsfaktor Familie " supported by Germany's Federal Ministry of Family Affairs, Senior Citizens, Women and Youth.

The management works closely together with the equal opportunity representatives as well as the works council to adapt the working environment to today's needs and provide equal opportunities for all employees.

Many measures from the institute's equal opportunities plan adopted in 2018 were further implemented and supplemented. Increasing flexibility in working hours and thus improving the compatibility of work and family life is a key issue for all employees and is therefore being further developed in various internal and external networks.

Selection of measures already implemented:

- *Flextime*
- *Mobile working*
- *Use of gender-neutral language*
- *Furnishing of a family room*
- *Coverage of child care costs during business trips and institute events*
- *Participation of the equal opportunity representatives, the works council and human resources in training courses and seminars on "family-friendly personnel management"*
- *Opportunity for IVW's female junior scientists to participate in TUK's mentoring program (Technical University Kaiserslautern)*
- *Equal representation in both the scietific advisory board and the industrial user advisory board*
- *Steering Committee "Recruiting" founded to increase the proportion of women, especially in the scientific field and at management level*
- *Health management*
- *Annual award of the equal opportunity prize to one person from the workforce*
- *Foundation of the network "family-friendly recruitment of skilled workers" at the location Kaiserslautern under the leadership of "Science & Innovation Alliance Kaiserslautern" SIAK e.V. (https://bit.ly/397r70a)*

Further information are available on our website under section "Equal Opportunities".

Industriekooperationen

Das IVW arbeitet eng mit seinen industriellen Kunden zusammen. Neben der klassischen Auftragsforschung in bilateralen Vorhaben operiert das IVW auch in Verbundvorhaben, die mit öffentlichen Mitteln gefördert sein können (z.B. über BMBF, 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

A composites
leicht stabil effizient

AIRBUS
GROUP

aeh
ALITOMATION

AVK
INDUSTRIEVEREINIGUNG
VERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE

BASF
We create chemistry

BMW

BOND
LAMINATES
Ein Unternehmen der LANXESS Gruppe

Brawoliner

brose
Excellence in Mechatronics

CANYON

CENTEXBEL

CirComp
A subsidiary of
ALBANY
Engineered Composites

CompActive

EVOLIME
RADIAL COMPOSITES

EASICOMP

EDAG

Ensinger

EVONIK
INDUSTRIES

FACC

Fraunhofer
ITWM

Henkel

INTELLIGHT

Lonza

MATH
2 MARKET

MT AEROSPACE
An OHB Company

PARSOLVE

PM3

PREMIUM
AEROTEC

REHAU
Unlimited Polymer Solutions

RELINEEUROPE

RÖCHLING

SIEBENWURST
MODELLBAU & FORMENBAU

SIMONA

SWMS
DIGITAL INNOVATIONS

TAIS

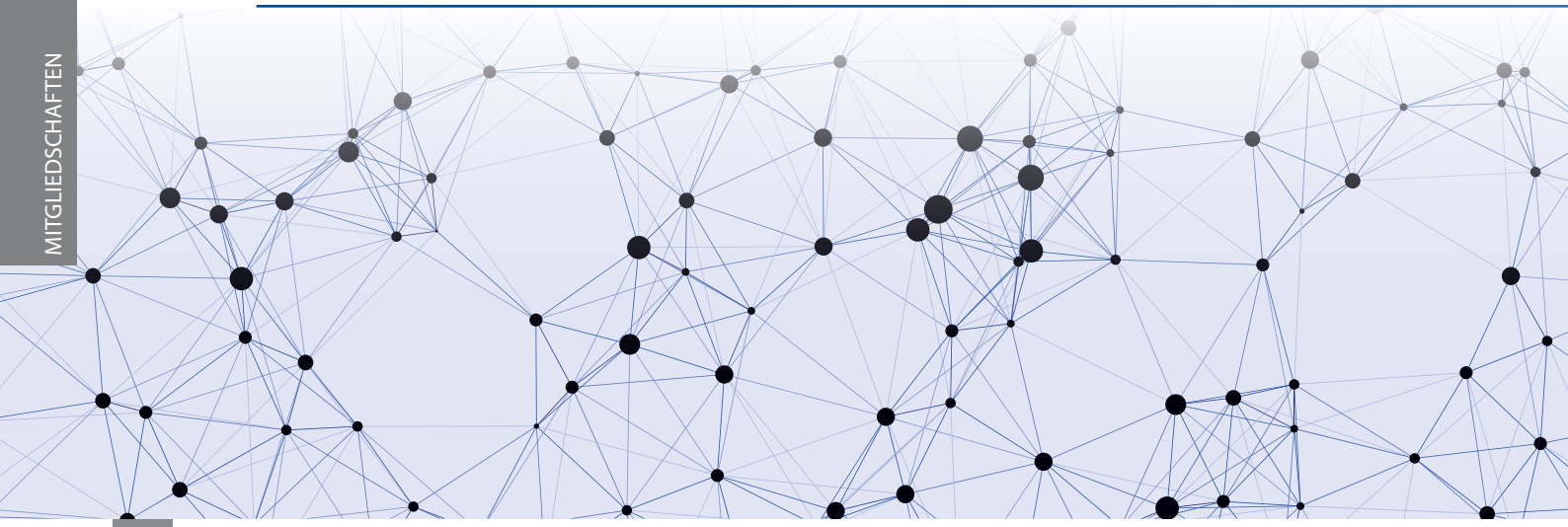
TERA
LOOP

TORAY
Innovation by Chemistry

wilo

MITGLIEDSCHAFTEN

in Vereinen und Verbänden



Die IVW GmbH ist aktiv in regionalen, nationalen und internationalen Netzwerken, Industrieverbänden und wissenschaftlichen Vereinigungen vertreten.
Ziele sind die Verbesserung des Technologietransfers auf allen wesentlichen Zukunftsfeldern der Composites, die Sicherstellung überregionaler Trainings- und Weiterbildungsangebote auf höchstem Niveau sowie eine optimale Vernetzung mit Industrie- und Forschungspartnern.
Für den Composites United e.V., dem führenden Verbund von Unternehmen und Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Composites, ist das Institut im Vorstand der Regionalabteilung CU West vertreten.

IVW 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 represented in executive committee of the regional section CU West.

in Associations and Federations

AVK Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V., www.avk-tv.de
CUeV Composites United e.V., www.composites-united.com
CU WEST Regionalabteilung des Composites United e.V.
CVC Commercial Vehicle Cluster – Nutzfahrzeug GmbH, www.cvc-suedwest.com
DGLR Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V., www.dglr.de
DGM Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V., www.dgm.de
DGZfP Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V., www.dgzfp.de
Diemersteiner Kreis www.human-solutions.com/diemersteiner_kreis/cms/
DIN Deutsches Institut für Normung e.V., www.din.de
European Alliance for SMC/BMC www.smcbmc-europe.org
FGW Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V., www.fgw.de
fimatec fiber materials technology network,
www.iws-nord.de/foerdermittelberatung/zim-netzwerke
GfT Gesellschaft für Tribologie e.V., www.gft-ev.de
IASB Industrieausschuss Strukturberechnungsunterlagen, www.lth-online.de
Kompetenznetz Adaptronik e.V. www.kompetenznetz-adaptronik.de
Kunststoffe in der Pfalz www.kunststoffmanagement.de
SAMPE Europe Society for the Advancement of Material and Process Engineering,
www.sampe-europe.org
Science and Innovation Alliance Kaiserslautern e.V. www.science-alliance.de
SUMMIT Academic Summit Meetings
Unternehmensnetzwerk Erfolgsfaktor Familie www.erfolgsfaktor-familie.de
VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., www.vdi.de
Zukunftsregion Westpfalz e.V. www.zukunftsregion-westpfalz.de

WELTWEITES NETZWERK

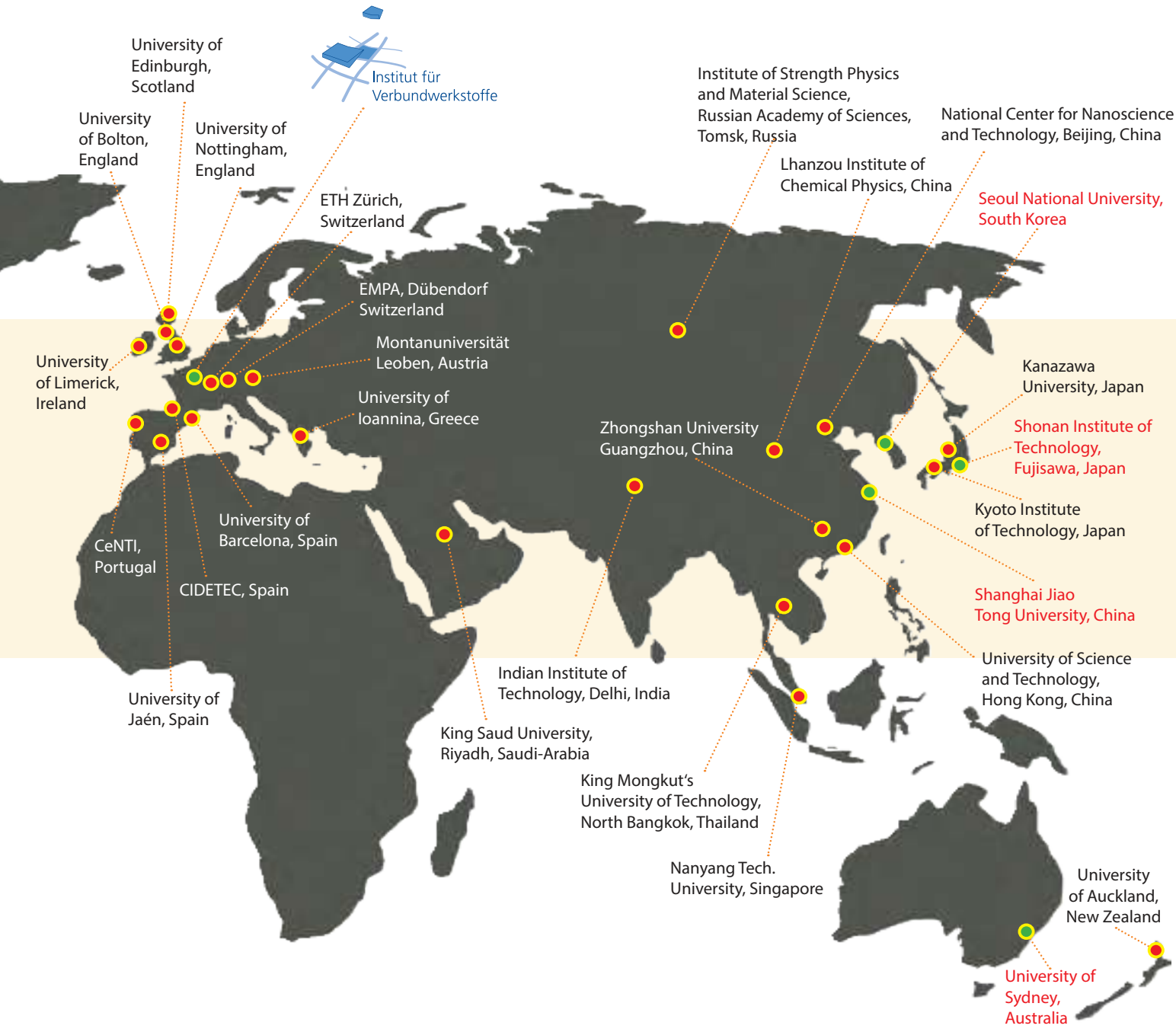
Weltweit

Wir sind Teil eines weltweiten Netzwerkes renommierter Einrichtungen. Durch die Zusammenarbeit in internationalen Projekten, den personellen Austausch von Spitzenkräften und unsere Präsenz „vor Ort“ verfügen wir somit über das weltweit jeweils aktuellste „Know-how“ auf dem Gebiet der Composites. Mit den Universitäten Shonan Institute of Technology, Fujisawa (Japan), Pennsylvania State University (USA), University of Sydney (Australien), Seoul National University (Korea) und Shanghai Jiao Tong University (China) hat das IVW bereits 1997 den „Academic Summit“ gegründet. Wissenschaftler dieser Einrichtungen treffen sich regelmäßig für einen intensiven Austausch.

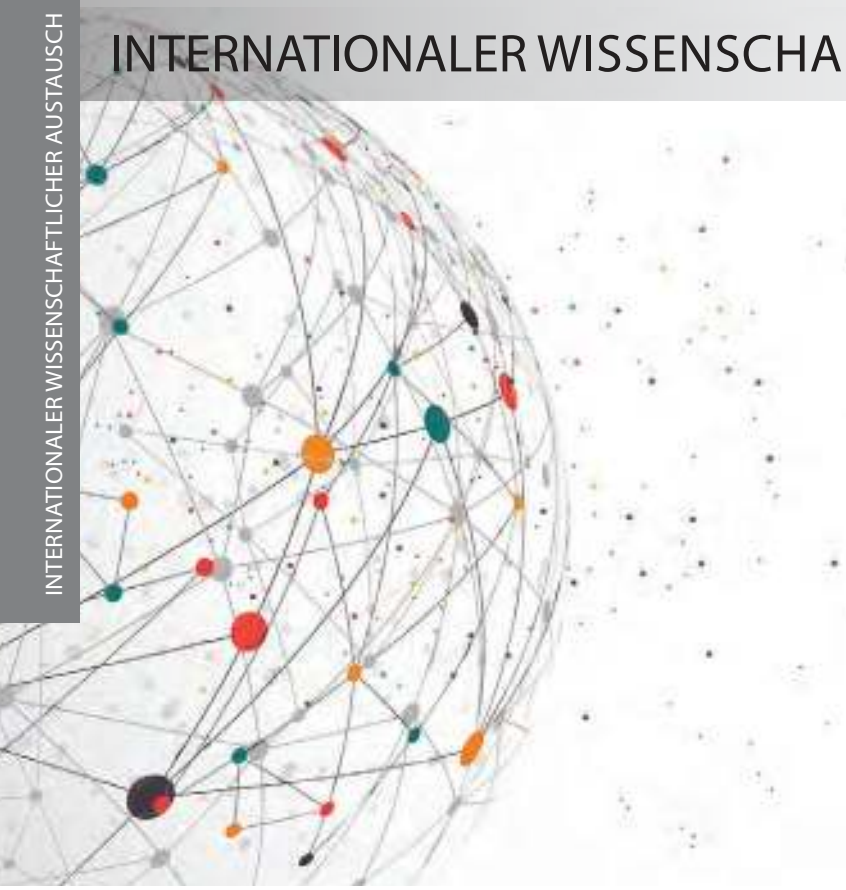
We are part of a global network of internationally leading composite research institutions. Through strong cooperation in international projects, exchange of world-class experts and our “on site” presence we have access to leading-edge technology and latest composite knowledge. Already in 1997, the "Academic Summit” was founded. Members are the Shonan Institute of Technology, Fujisawa (Japan), Pennsylvania State University (USA), University of Sydney (Australia), Seoul National University (Korea), Shanghai Jiao Tong University (China), and IVW. Scientists of these institutions meet regularly to discuss composite developments.

Worldwide

Global Network



INTERNATIONALER WISSENSCHAFTLICHER AUSTAUSCH



International Scientific Exchange

Das IVW bekennt sich ausdrücklich zu dem hohen Stellenwert des internationalen Austauschs, sowohl für die berufliche Qualifikation von Einzelpersonen als auch für die wissenschaftliche Qualität der Forschung am IVW. Deshalb entsendet das IVW jedes Jahr Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an ausländische Forschungseinrichtungen und ermöglicht gleichzeitig herausragenden Gastwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern aus dem Ausland einen Forschungsaufenthalt am IVW. Der Austausch wird dabei sowohl auf der Ebene der etablierten Forscher als auch auf der Ebene der Nachwuchswissenschaftler befördert, um die Entwicklung des Instituts und seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf vielfältige Weise zu bereichern:

- Qualifikation des wissenschaftlichen Nachwuchses
- Ausbau des internationalen Forschungsnetzwerks
- Gemeinsame Projekte mit internationalen Partnern
- Förderung der interkulturellen Zusammenarbeit

Die Umsetzung erfolgt über nationale und internationale Fördermöglichkeiten wie beispielsweise die der Alexander von Humboldt-Stiftung (AvH), des Deutschen Akademischen Austausch Dienstes (DAAD), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) sowie über ausländische Programme wie die des Marie-Curie Fellowships (EU) oder des Chinesischen Scholarship Councils (CSC). Seit 2010 wurden auf diese Weise bereits über 100 entsprechende Forschungsaufenthalte von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ermöglicht.

Herr Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Klaus Friedrich, in der Vergangenheit selbst Feodor Lynen Fellow der AvH-Stiftung, Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science und ehemaliger Leiter der Abteilung Werkstoffwissenschaft am Institut für Verbundwerkstoffe, wirkt als eine der treibenden Kräfte der Internationalisierungsstrategie des IVW mit. Er ist engagiert in der Mitbetreuung von Doktoranden, als Gutachter von Dissertationen und in der wissenschaftlichen Beratung von postdoktoralen Gastwissenschaftlern. Mit seinem großen internationalen Netzwerk setzt er sich zusammen mit dem wissenschaftlichen Leitungspersonal des Institutes auch für die Anbahnung neuer gemeinsamer Forschungskooperationen mit ausländischen Instituten, für die Abfassung gemeinsamer wissenschaftlicher Veröffentlichungen in internationalen Fachjournalen und Fachbüchern sowie für gemeinsame Vorträge auf internationalen Fachtagungen ein.

International Scientific Exchange

IVW expressly acknowledges the high importance of international exchange, both for the professional qualification of individuals and for the scientific quality of research at IVW. On this account, IVW is sending scientists and scholars every year to research institutions abroad and at the same time affording outstanding foreign guest scientists research stays at IVW. The exchange is promoted at the level of established researchers as well as at the level of young scientists, in order to enhance the development of the Institute and its staff in many ways:

- *Qualification of young scientists*
- *Expansion of the international research network*
- *Joint projects with international partners*
- *Promotion of intercultural cooperation*

This is accomplished through national and international funding opportunities such as those of the Alexander von Humboldt Foundation (AvH), the German Academic Exchange Service (DAAD), the German Research Foundation (DFG), and foreign programmes such as the Marie Curie Fellowships (EU) or the Chinese Scholarship Council (CSC). In this way, more than 100 exchanges have been enabled since 2010.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Klaus Friedrich, in the past himself Feodor Lynen Fellow of the AvH Foundation, Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science and former head of the Department of Materials Science at the IVW, is contributing to the internationalization strategy of IVW as one of its 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.

Herr Ryosuke Tanaka von der Kanazawa University in Japan besuchte im Rahmen seiner Masterarbeit im Januar 2020 das IVW, um dort gemeinsam mit den Wissenschaftlern des Kompetenzfeldes Press- und Fügetechnologien an der Entwicklung eines neuen Fügeverfahrens zu arbeiten. Der wissenschaftliche Austausch zwischen dem IVW und der Kanazawa University wurde nach dem Besuch von Professor Mitschang in Kanazawa (2019) und dem Besuch von Dr. Daichi Tatsuno am IVW (2019) damit fortgesetzt und weiter vertieft.

Mr. Ryosuke Tanaka from Kanazawa University in Japan visited IVW in January 2020 in the context of his master's thesis in order to work on the development of a new joining process together with the scientists of the field of competence Press and Joining Technologies. Thus, the scientific exchange between IVW and Kanazawa University was continued and enhanced after the visit of Professor Mitschang to Kanazawa (2019) and the visit of Dr. Daichi Tatsuno to IVW (2019).

INTELLIGHT

INTELLIGHT
intelligent lightweight solutions

www.intellight.de

INTELLIGHT steht für einzigartige Kompetenz und mehr als 20 Jahre Erfahrung bei der Potenzialanalyse, der Entwicklung und der Umsetzung intelligenter Kunststoff-, Composite- und Hybrid-Leichtbau-Lösungen in nahezu allen Industriebereichen.
INTELLIGHT ist werkstoff- und verfahrensseitig völlig unabhängig: Wir bieten eine objektive Expertenberatung zur Identifizierung der Potenziale von Leichtbau-Lösungen im jeweiligen Anwendungsfeld. Auf der Basis modernster Engineering-Methoden mit computergestütztem Design und modernsten Simulationstechniken setzen wir Leichtbaulösungen vom ersten Funktionsprototypen und der Bauteilprüfung bis hin zur Serie maßgeschneidert für unsere Kunden um.

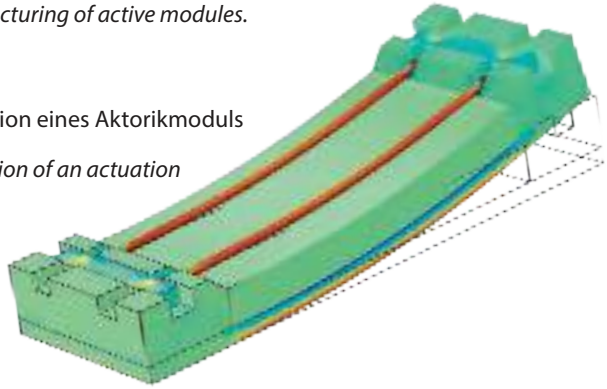
INTELLIGHT stands for unique competence and more than 20 years of experience in the analysis of potentials, the development and implementation of intelligent plastic, composite and hybrid lightweight construction solutions in almost all industrial sectors.
INTELLIGHT is completely independent in terms of materials and processes: We offer objective expert advice to identify the potentials of lightweight construction solutions in the respective field of application. Based on state-of-the-art engineering methods with computer-aided design and state-of-the-art simulation techniques, we implement lightweight construction solutions tailored to our customers' needs, from the first functional prototype and component testing right up to series production.

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

KONTAKT / *CONTACT*
INTELLIGHT -
Intelligent Lightweight Solutions
Am Potzbacher Pfad 7
67722 Winnweiler
info@intellight.de

Die CompActive GmbH ist eine Ausgründung des IVW und wurde im Rahmen des EXIST-Forschungstransfer-Programmes des BMWi gegründet. Das EXIST-Vorhaben wurde bis Ende 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 the IVW and was founded as a part of the EXIST research transfer program supported by the BMWi. The EXIST project was funded until the end 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

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
EXIST Existenzgründungen aus der Wissenschaft
ESF Europäischer Sozialfonds für Deutschland
Europäische Union
Zusammen. Zukunft. Gestalten.

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

www.compactive.de

Dr.-Ing. Moritz Hübler
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
CompActive GmbH
Erfurterstraße 9-11
67433 Neustadt an der Weinstraße
info@compactive.de

AUSGRÜNDUNGEN

CirComp GmbH

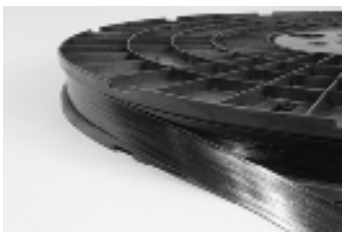
www.circomp.de

CirComp GmbH ist Spezialist auf dem Gebiet der Fertigung von Komponenten aus Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen in Faser-Wickeltechnik. Weiterhin werden kontinuierlich faserverstärkte thermoplastische Profile und Tapes sowie 3D-Druckfilamente entwickelt und gefertigt. Derartige Halbzeuge eignen sich für die kosteneffiziente Herstellung von Thermoplast-Bauteilen in Faserverbund-Bauweise. In Kombination mit den ausgereiften Produktionsprozessen zur Herstellung von Komponenten aus Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen in Faser-Wickeltechnik sowie den Thermoplast-Verarbeitungsverfahren mit kurzen Zykluszeiten wie z.B. Spritzguss, Pressen und Extrusion, erschließt die CirComp GmbH immer neue Anwendungen. Das Unternehmen steht an vorderster Stelle, wenn leichte, leistungsfähige und kosteneffiziente Komponenten verlangt werden.
Die CirComp GmbH wird seit 20. November 2019 als eine deutsche Niederlassung der Albany Engineered Composites Inc. geführt.

CirComp GmbH is specialized in the manufacturing of components from composite materials in filament winding technology. Furthermore, continuous fiber reinforced thermoplastic profiles, tapes and additive manufacturing filament are developed and manufactured for cost-efficient production with short cycle times like injection molding, pressforming and extrusion. By specific combination of different fibers and matrix materials and the use of special reinforcement architectures, the products become tailor-made components of composite materials for different applications and requirements. CirComp GmbH is a guarantor for the reliable supply of high quality products and is leading manufacturer for advanced lightweight and cost-efficient components.CirComp GmbH became a subsidiary of Albany Engineered Composites on November 20th,2019.

Dr. Uwe Virkus
Geschäftsführer
Managing Director

KONTAKT / *CONTACT*
CirComp GmbH
Marie-Curie-Straße 11
67661 Kaiserslautern
ksn.sales@albint.com



A+ Composites GmbH

Die A+ Composites GmbH wurde am 09. Juni 2015 im Rahmen des EXIST- Forschungstransfer-Programmes des BMWi gegründet. Das Unternehmen ist auf die Herstellung von kundenindividuellen faserverstärkten Tapes spezialisiert. Diese Tapes werden kontinuierlich weiterentwickelt und kommen in immer mehr Anwendungen zum Einsatz. Faserverstärkte Tapes können flexibel eingesetzt werden, wodurch sie für viele Anwendungen aus unterschiedlichen Branchen der kunststoffverarbeitenden Industrie interessant sind. Haupteinsatzgebiete für A+ Composites sind die Logistikbranche, die Orthopädietechnik und die Automobilindustrie. In der Logistikbranche beispielsweise lassen sich Ladungsträger mit den Tapes gezielt verstärken, sodass diese deutlich belastbarer sind und ein Vielfaches der ursprünglichen Beladungskapazität aufnehmen können. In Spritzgussteilen werden die endlosfaserverstärkten Kunststoffe als Einleger verwendet, um die mechanischen Eigenschaften der Bauteile zu verbessern. A+ Composites ist neben der Produktion und Entwicklung seiner Produkte auch in Forschungsprojekten aktiv. So ist beispielsweise das Ziel des vom BMBF geförderten Projekts All-Polymer, einen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft von Recyclingkunststoffen zu liefern, indem die geringere Performance von recycelten Kunststoffen durch Tapes kompensiert wird. Neben A+ Composites sind zwei Universitäten und drei Unternehmen an diesem Projekt beteiligt.

A composites

leicht stabil effizient

A+ Composites GmbH was founded on June 9, 2015, within the framework of the EXIST Research Transfer Program of the BMWi. The company is specialized in the production of customized fiber-reinforced tapes. These tapes are continuously developed and are used in more and more applications. Fiber-reinforced tapes can be used flexibly, which makes them interesting for many applications from different branches of the plastics processing industry. The main areas of application for A+ Composites are the logistics sector, orthopaedic technology and the automotive industry. In the logistics industry, for example, load carriers can be specifically reinforced with the tapes so that they are significantly more resilient and can hold many times their original loading capacity. In injection molded parts, the continuous fiber-reinforced plastics are used as inserts to improve the mechanical properties of the components. In addition to the production and development of its products, A+ Composites is also active in research projects. For example, the aim of the All-Polymer project, which is funded by the BMBF (Federal Ministry of Education and Research), is to contribute to the recycling of recycled plastics by compensating the lower performance of recycled plastics with tapes. Besides A+ Composites, two universities and three companies are involved in this project.

www.aplus-composites.de

Dr.-Ing. Markus Brzeski
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

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

eXIST Existenzgründungen aus der Wissenschaft

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

ESF Europäischer Sozialfonds für Deutschland

EUROPÄISCHE UNION

AUSGRÜNDUNGEN

Automation Steeg & Hoffmeyer GmbH

Die Automation Steeg und Hoffmeyer GmbH steht seit mehr als 40-Jahren für innovativen Sondermaschinenbau. Ziel der Unternehmensgründung 1972 war es, industrielle Wertschöpfungsketten zu automatisieren. Seitdem hat das Unternehmen als zuverlässiger und kompetenter Partner halb- und vollautomatische Maschinen für die Hohlglas- und Pharmaindustrie produziert und nicht wenige dieser Anlagen sind heute noch in Betrieb. Seit 2010 besteht das neue Geschäftsfeld der Faser-Kunststoff-Verbunde. Die alte Zielrichtung und Kernkompetenzen in der Automatisierungstechnologie bleiben erhalten. Wir liefern individuell angepasste Systemlösungen und bauen Sondermaschinen für die automatisierte und qualitätssichere Fertigung von Faser- Kunststoff-Verbunden.

For more than 40 years the Automation und Steeg Hoffmeyer GmbH represents solutions in special engineering. A core task of the foundation in 1972 was to find efficient and automated technology solutions. Since this time Automation Steeg und Hoffmeyer GmbH has been a reliable and competent partner for the production of semi- and fully automated machinery for the glass and pharmaceutical industry. As quality proof we are proud to announce that much of our equipment is still in use and some machines have been operating for more than three decades. Since 2010, we have established the new business field for fiber reinforced composites. The old goals and core competencies will be retained in automation technology. We deliver customized system solutions, and we build special machines for the automated production of high-quality fiber reinforced composite structures.

www.automation-gmbh.com

Dr.-Ing. Markus Steeg
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
Automation Steeg und
Hoffmeyer GmbH
Mainzer Landstraße 155
55257 Budenheim
info@automation-gmbh.com

Technical Aspects in Sailing GmbH

Simulation des Auftriebs und Visualisierung

Simulation and visualization of the buoyancy

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

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

www.tais-gmbh.com

Dr.-Ing. Markus Steeg
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

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

AUSGRÜNDUNGEN

Easicomp GmbH

Success made „easi“!

www.easicomp.de

Die Easicomp GmbH wurde 2011 gegründet und ist 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 LFRT (long fiber-reinforced thermoplastics). Easicomp´s services include, amongst others, counseling, production, development and distribution of thermoplastic composites. The Easicomp team, consisting of qualified and experienced experts in LFRT, can therefore offer its clients “the whole package“ around the subject “thermoplastic composites”.

Dr.-Ing. Tapio Harmia
Geschäftsführer
Chief Executive Officer

KONTAKT / *CONTACT*
Easicomp GmbH
Junkers-Straße 10
67681 Sembach
info@easicomp.de

Evolime GmbH – Wickeltechnik mit Fortschritt

EVOLIME
RADIAL COMPOSITES

Laufrad

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. Die Gründer der Evolime GmbH haben, im Rahmen des BMWi geförderten EXIST-Forschungstransfers „CompoSpoke", eine alternative Fertigungstechnologie zur Marktreife gebracht. Dabei werden Fasern im Nasswickelverfahren automatisiert auf kleine Formteile aufgewickelt und gleichzeitig zu Radstrukturen umgeformt. Das Verfahren stellt das derzeit einzige vollvariable Verfahren zur Herstellung monolithischer FKV-Radstrukturen aus einem einzelnen kontinuierlichen Faserband dar. Es arbeitet quasi verschnittfrei und hat damit eine sehr gute Umweltbilanz. Kombiniert mit einem Formenbau im 3D-Druck ermöglicht es eine effiziente und zugleich flexible Fertigung von Speichenrädern aus Carbon und anderen Faserkunststoffverbunden. Der Einsatz der Technologie zielt im Kern auf Märkte im Maschinen- und Anlagenbau sowie auf Mobilitätsanwendungen.

The current processes for manufacturing wheel structures from fiber-reinforced polymer composites (FRP) are often not very flexible or require a high degree of manual working steps, making their use uneconomical for many areas of application. The founders of Evolime GmbH have brought an alternative manufacturing technology to market stage. The publicly funded technology development "CompoSpoke" is based on a wet winding process in which fibers are automatically wound onto small molded parts and simultaneously formed into wheel structures. The process is currently the only fully variable process for the production of monolithic composite wheel structures from a single continuous fiber. It is virtually free of waste and therefore has a very good environmental balance. Combined with mould construction using 3D printing, it enables efficient and flexible production of spoked wheels made of carbon and other fiber polymer composites alike. The use of the technology aims primarily at markets in mechanical and plant engineering as well as mobility applications.

Dr.-Ing. Marcel Bücker
Projektleiter / Geschäftsführer
Project Manager / Chief Executive Officer

www.evolime.de

KONTAKT / *CONTACT*
Evolime GmbH
Lutzerstaße 1
67655 Kaiserslautern
info@evolime.de

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
eXIST Existenzgründungen aus der Wissenschaft
ESF Europäischer Sozialfonds für Deutschland
Europäische Union
Zusammen. Zukunft. Gestalten.

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

AUSGRÜNDUNGEN

Gründungsbüro TU & HS Kaiserslautern

Die Ausgründung „Evolime“ beim Vermessen eines ersten Prototypens

Quality control of a first prototype made by spin-off “Evolime“

Das Gründungsbüro startete 2008 als Anlaufstelle für alle Angehörigen der Hochschulen Kaiserslautern rund um das Thema Gründung. Unsere Mission ist es, Unternehmergeist und Führungskompetenz im Hochschul- und Forschungsalltag zu verankern. Ziel unserer Maßnahmen ist die Steigerung der Anzahl von Ausgründungen, insbesondere im Technologiebereich.

Am Anfang steht die Sensibilisierung und Qualifizierung rund um das Thema „Unternehmerisches Denken und Handeln“. Durch individuelle Beratung und ein breit gefächertes Qualifizierungsprogramm werden umfassende unternehmerische Kernkompetenzen vermittelt. So werden Schritt für Schritt junge Führungspersönlichkeiten aufgebaut, ein gründerfreundliches Klima geschaffen und der Unternehmergeist gestärkt.

Wir richten unser Beratungsangebot an alle Studierenden, Mitarbeitenden und Alumni der beiden Hochschulen sowie Beschäftigte der Forschungsinstitute. Wir möchten alle Gründungsinteressierten bestärken, die Umsetzung ihrer Ideen mutig voranzutreiben.

The „Gründungsbüro“ (start-up office) started in 2008 as a competent contact point for all those members of the University of Kaiserslautern and the University of Applied Sciences interested in establishing their own company. Our mission is to embed entrepreneurial spirit and leadership competence in the everyday academic and research practice. The objective of our measures is to increase the number of spin-offs, particularly in the technology sector.

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

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

www.gruendungsbuero.info

Dr. Bernhard Schu
Leiter Gründungsbüro
Manager Gründungsbüro

KONTAKT / *CONTACT*
Gründungsbüro der TU & HS Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
info@gruendungsbuero.info.

Diemersteiner Kreis

Der Diemersteiner Kreis ist ein Netzwerk aus Entscheidern aus Hochschulen, wissenschaftlichen Instituten, Wirtschaftsförderungseinrichtungen und Unternehmen mit dem Ziel, in der Region Kaiserslautern die Anzahl der Gründungen von High-Tech-Unternehmen zu steigern. Der Kreis strebt eine positive Veränderung des Gründungsklimas in der Region an und versteht sich als Forum für eine erfolgreiche Umsetzung.

Ziele:

- Steigerung der Anzahl und des Erfolges von High-Tech-Neugründungen
- Steigerung der Sichtbarkeit von Kaiserslautern als Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort
- Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung der Region
- Engagement der Professorinnen und Professoren für Unternehmensgründungen
- Schaffung von Arbeitsplätzen

Diemersteiner Kreis is a network of decision-makers from universities, research institutes, business development agencies and enterprises, targeting to increase the numbers of high-tech start-ups in the area of Kaiserslautern. The circle is aiming at a positive change of the start-up climate in the region and sees itself as a forum for a successful implementation.

Objectives:

- *Increase of number and success of high-tech start-ups*
- *Increase of Kaiserslautern's visibility as a business and science location*
- *Support of the economic development of the region*
- *Commitment of professors for business start-ups*
- *Employment creation*

Mitgliedsfirmen / *Members:*

Business + Innovation Center Kaiserslautern GmbH
DDG - Digital Devotion Group GmbH
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, DFKI
Empolis Information Management GmbH
Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
Hochschule Kaiserslautern
Human Solutions GmbH
Insiders Technologies GmbH
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Landkreis Kaiserslautern
MP Beteiligungs GmbH
RECARO Group
Science and Innovation Allliance Kaiserslautern e.V.
Stadt Kaiserslautern
Technische Universität Kaiserslautern
WFK Wirtschaftsförderungsgesellschaft Stadt und Landkreis Kaiserslautern mbH
Wipotec Wiege- und Positioniersysteme GmbH
Zetis GmbH

www.diemersteiner-kreis.de

Diemersteiner Kreis
Science goes Business

Dr. Stefan Weiler
Vorsitzender Diemersteiner Kreis
Chairman Diemersteiner Kreis

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

SCIENCE AND INNOVATION ALLIANCE KAISERSLAUTERN e.V.

Wissenschaft & Innovation im Verbund
Rückblick 2020

SIAK
SCIENCE & INNOVATION
ALLIANCE KAISERSLAUTERN

Die Pandemie hat auch die Wissenschafts- und Technologieregion Kaiserslautern hart getroffen. Doch die SIAK hat als führendes Netzwerk kreativ umdisponiert. Entstanden sind in kürzester Zeit zahlreiche Hilfsaktionen und innovative Projekte unserer Mitglieder wie die Erstellung von Visieren mit 3D-Druckern oder die Entwicklung von KI-Systemen und mathematischen Modellen zum besseren Monitoring der Infektionsketten. Gerade in dieser besonderen Zeit sind viele SIAK Mitglieder neben ihren eigentlichen Aufgaben in Wissenschaft und Technik auch ihrer Verantwortung für die Region gerecht geworden.

Auch wenn im Jahr 2020 viele Aktivitäten durch die COVID-19 Pandemie dominiert wurden, gab es zahlreiche Highlights. 2020 startete das von der SIAK initiierte Konsortialprojekt Infra-Bau 4.0. In diesem Projekt verfolgen zahlreiche namhafte Forschungsrichtungen der SIAK und renommierte Unternehmen gemeinsam das Ziel, die Digitale Transformation in Infrastrukturbauprojekten maßgeblich voranzutreiben. Gefördert wird das Projekt durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Weitere Informationen zu den aktuellen Projekten der SIAK finden Sie unter www.science-alliance.de.

Research & Innovation Network Review 2020

The pandemic has also hit the science and technology region of Kaiserslautern hard, but SIAK, as the leading network, has responded creatively. Numerous support campaigns and innovative projects of our members have emerged in a very short time, such as using 3D printers to create protective face shields and the development of AI systems and mathematical models to better monitor the infection chains. In this special time, many SIAK members have upheld their responsibilities to the region in addition to handling their usual tasks in science and technology.

INFRA BAU 4.0

Although most activities in 2020 were dominated by the pandemic, there were also several highlights. The consortium project Infra-Bau 4.0, which was initiated by SIAK, started this year. In this project, numerous well-known research institutions of SIAK, as well as distinguished companies, pursue the goal of significantly advancing digital transformation in infrastructure construction projects. The project is funded by the German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. Further information on the current projects of SIAK can be found at www.science-alliance.de.

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.

LEHRE

Das Institut war 2020 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, zukunftsträchtige Forschungsthemen gewinnen. 2020 wurden 17 Studien-und Diplomarbeiten, 9 Bachelor- und Masterarbeiten, 7 Projektarbeiten sowie 9 Promotionsverfahren abgeschlossen. Kolloquien, Technologietransfer und Praktika vervollständigten das Angebot in der Lehre. Darüber hinaus brachten sich Mitarbeitende des Instituts auch aktiv in außeruniversitäre Lehrveranstaltungen und Weiterbildungen ein, so z.B. in dem zweimal jährlich stattfindenden „Grundlagenseminar Thermoplastische Faser-Kunststoff-Verbunde“, organisiert durch CUeV.

In 2020 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. 17 student research projects and diploma theses, 9 bachelor and master theses, 7 project theses, and 9 doctorates were completed in 2020. 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

SWS 19

Berechnung und Konstruktion von Verbundwerkstoffen — 2
Hausmann

Verbundwerkstoffe im Flugzeugbau — 3
Breuer

Fügeverfahren für Verbundwerkstoffe — 2
Geiß / Mitschang

Konstruieren in Kunststoffen — 2
Endemann

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

Integrierte Produktentwicklung mit Verbundwerkstoffen — 4
May

Biomimetik in der Werkstoffwissenschaft — 2
Wetzel

Labor CAE mit Verbundwerkstoffen — 2
Hausmann / Schmeer / Duhovic

Sommersemester

SWS 16

Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe — 2
Mitschang

Verbundwerkstoffbauweisen — 2
Schmeer

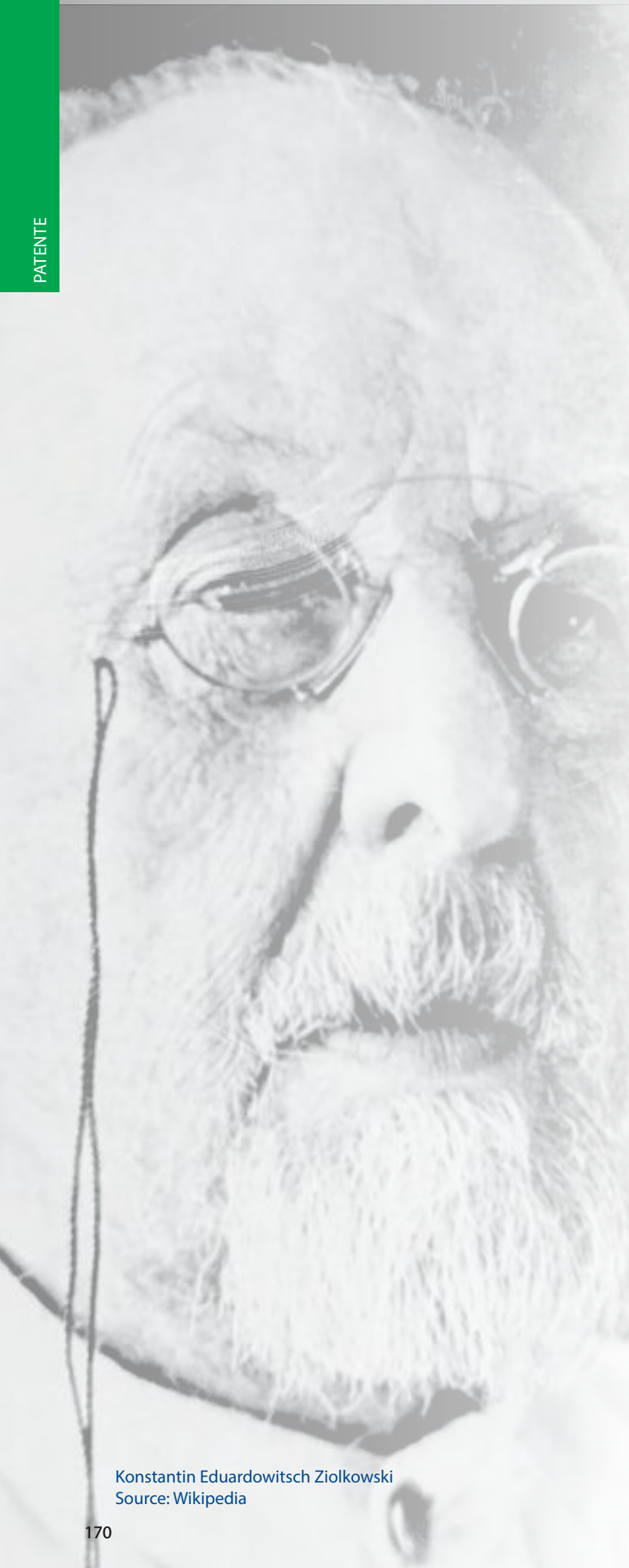
Ermüdung und Lebensdauer — 2
Magin

Leichtbau — 4
Hausmann

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

Physik multifunktionaler Materialien — 2
Gurka

PATENTE



Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski
Source: Wikipedia

Auszug aus unseren Schutzrechten

- DE102013102486B3
  Verfahren zur kontinuierlichen Messung des hydrodynamischen Kompaktierungsverhaltens einer Verstärkungsstruktur
  Becker, David; Rieber, Gunnar; Franz, Holger
- DE202019102255.8
  Zylinderauszugskörper zur Prüfung des Adhäsionsvermögens zwischen Kunststoff/Metall-Kunststoff-Hybriden
  Becker, Yves
- DE10306345B4
  Verfahren zur Herstellung eines rotationssymmetrischen faserverstärkten Vorformlings
  Brogdon, Steven; Lichtner, Jens; Weick, Torsten; Weimer, Christian
- DE102011056637B4
  Verfahren zur Fertigung eines Kunststoffbauteils
  Brzeski, Markus
- EP2685114B1
  Onlinekontrolle von Gleitlagern
  Burkhart, Thomas; Sebastian, Ron
- DE202020101561.3
  Vorrichtung zur Konditionierung von Werkstoffen
  Donhauser, Tobias
- DE102018101758.8
  Vorrichtung zur tribologischen Vorqualifizierung von Filamenten
  Gebhard, Andreas; Brunner, Stefan
- DE102018110692.0
  Verfahren und Vorrichtung zur zeitaufgelösten Analyse von Transferfilmen
  Gebhard, Andreas; Jim, Bai-Cheng
- DE102015106802B3
  Biegeaktuator mit Formgedächtniselement
  Hübler, Moritz; Fritz, Lisa; Nissle, Sebastian; Gurka, Martin
- DE20 2018 001 559.8
  Gitter aus Formgedächtnislegierung mit einem Kupferanker
  Hübler, Moritz; Gurka, Martin; Nissle, Sebastian
- DE10237803B4
  Verbundwerkstoff aus Polypropylenverstärkung und Polypropylenmatrix sowie verschiedene Verfahren zu dessen Herstellung
  Karger-Kocsis, József

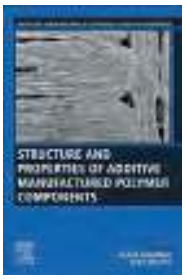
Excerpt from our intellectual property rights

- DE102012102841B3
  Verfahren zur Präparation eines Roving
  Lichtner, Jens; Mack, Jens; Steeg, Markus
- DE102005018477B4
  Garn mit mineralischen Fasern
  Molnár, Peter
- DE102006005104B3
  Verfahren zur Überwachung eines Bauteils aus einem Kunststoffmaterial
  Molnár, Peter; Ogale, Amol; Mitschang, Peter
- DE10354723B4
  Stoßfängerquerträger für ein Fahrzeug
  Pfaff, Thomas; Schmitt, Uwe
- DE1020121096 71B4
  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
- DE102008009540B3
  Vorrichtung zum Umformen eines Werkstückes aus einem thermoplastischen Werkstoff
  Velthuis, Rudi
- DE102005018478B4
  Vorrichtung zum Induktionsschweißen von Kunststoffteilen
  Velthuis, Rudi; Collet, Christoph

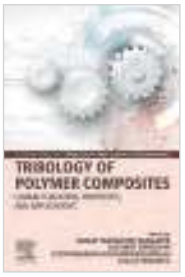
FACHBÜCHER

Fachbücher unserer IVW-Autoren (Auswahl)

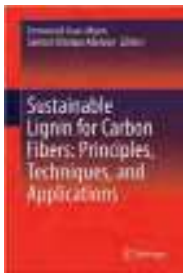
- **Integrierte Produktentwicklung mit Faser-Kunststoff-Verbunden**
  David May
  Springer Vieweg, 2020
  ISBN: 978-3-662-60285-0
  https://www.springer.com/de/book/9783662602850



- **Structure and Properties of Additive Manufactured Polymer Components**
  Klaus Friedrich, Rolf Walter
  Woodhead Publishing, 2020
  ISBN: 978-0-12-819535-2
  https://www.elsevier.com/books/structure-and-properties-of-additive-manufactured-polymer-components/friedrich/978-0-12-819535-2



- **Tribology of Polymer Composites: Characterization, Properties and Applications**
  Sanjay Mavinkere Rangappa, Suchart Siengchin, Jyotishkumar Parameswaranpillai, Klaus Friedrich (Editors)
  Elsevier, 2020
  ISBN: 978-0-12-819767-7
  https://www.elsevier.com/books/tribology-of-polymer-composites/mavinkere-ragapa/978-0-12-819767-7



- **Sustainable Lignin for Carbon Fibers: Principles, Techniques, and Applications**
  Emmanuel Akpan, Samson Oluropo Adeosun (Editors)
  Springer, 2019
  ISBN: 978-3-030-18792-7
  https://www.springer.com/de/book/9783030187910

Technical books by IVW authors (selection)

- **The Physics of Multifunctional Materials: Concepts, Materials, Applications**
  Martin Gurka
  DEStech Publications, 2019
  ISBN: 978-1-60595-260-4
  https://www.destechpub.com/product/physics-multifunctional-materials/

- **Commercial Aircraft Composite Technology**
  Ulf Paul Breuer
  Springer, 2016
  ISBN 978-3-319-31917-9
  https://www.springer.com/de/book/9783319319179

- **Materials Chemistry: A Multidisciplinary Approach to Innovative Methods**
  Klaus Friedrich, Gennady E. Zaikov, A. K. Haghi (Editors)
  Apple Academic Press, 2015
  ISBN: 978-1-77188-251-4
  https://www.appleacademicpress.com/title.php?id=9781771882514

- **Multifunctionality of Polymer Composites: Challenges and New Solutions**
  Klaus Friedrich, Ulf Breuer
  Elsevier, 2015
  ISBN: 978-0-323-26434-1
  https://www.elsevier.com/books/multifunctionality-of-polymer-composites/friedrich/978-0-323-26434-1

- **Handbuch Verbundwerkstoffe: Werkstoffe, Verarbeitung, Anwendung**
  Manfred Neitzel, Peter Mitschang, Ulf Breuer (Hrsg.)
  Hanser Verlag,
  2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2014
  ISBN: 978-3-446-43696-1
  https://www.hanser-fachbuch.de/buch/Handbuch+Verbundwerkstoffe/9783446436961

Glance into the Future

BIOMAT

Prüfstände für Innovationen aus nanobasierten Bio-PUR-Schäumen und Verbundwerkstoffen

Das im Jahr 2021 startende EU-Projekt BIOMAT zielt darauf, Prüfumgebungen für Werkstoffinnovationen (Open Innovation Test Beds – BIOMAT-TB) aufzubauen und über eine zentrale Anlaufstelle (Single Entry Point – SEP) unkompliziert zugänglich zu machen. Es ist das Ziel, die Evolution einer nachhaltigen europäischen Bioökonomie durch die Entwicklung von fortschrittlichen, nanobasierten PUR-Schaumwerkstoffen für Gebäude, Bauwesen, Automobil sowie Möbel und Bettwaren zu beschleunigen. Gemeinsam mit 26 komplementären und interdisziplinären Partnern fokussiert sich das IVW darauf, nano- und biobasierte Harze und Schaumformulierungen für steife und halbsteife Systeme zu entwickeln und zu validieren, und diese vom Labor- auf den Pilotmaßstab zu skalieren. Ein Hauptmerkmal der Pilotlinie ist die Inline-Überwachung von Qualitäts- und Funktionsparametern der Materialien.

Open Innovation test bed for nano-enabled bio-based PUR foams and composites

Starting in 2021 the BIOMAT project is aiming to establish an Open Innovation Test Bed (BIOMAT-TB) with a Single-Entry Point (SEP). The objective is to accelerate a sustainable European bioeconomy by developing nano-enabled and advanced PUR foams for Building, Construction, Automotive, Furniture & Bedding industries. Together with 26 complementary and interdisciplinary partners IVW especially aims to develop and validate nano-enabled bio-based resins and foam formulations for rigid and semi-rigid systems, and to scale them up from the laboratory to the pilot scale. Key feature of the pilot line involves inline monitoring of quality and functional parameters.

This project receives funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 953270.

MATERIAL CHARAKTERISIERUNG / *MATERIAL CHARACTERIZATION*

Im IVW finden Sie Expertenwissen und hochwertige Einrichtungen zur Werkstoff-, Halbzeug- und Strukturanalytik. Ob auf Coupon- oder Komponentenebene: Wir haben die passende Technologie – Kontaktieren Sie uns!

At IVW you will find expert knowledge and high-quality facilities for materials, semi-finished products and structural analysis. Whether at coupon or component level: We have the right technology – Contact us!

Physikalische, chemische & strukturelle Eigenschaften
Physical, Chemical & Structural Properties

Bruchmechanik & Schadensanalyse / *Fracture Mechanics & Damage Analysis*
Dipl.-Ing. Andreas Klingler
Phone: +49 631 2017 414
Email: andreas.klingler@ivw.uni-kl.de

Mikroskopie / *Microscopy*
Dr. Barbara Güttler
Phone: +49 631 2017 462
Email: barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

Spektroskopie / *Spectroscopy*
Dr. Barbara Güttler
Phone: +49 631 2017 462
Email: barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

Thermische & Elektrische Leitfähigkeit / *Thermal & Electrical Conductivity*
Dr. rer. nat. Martin Gurka
Phone: +49 631 2017 369
Email: martin.gurka@ivw.uni-kl.de

Drapierungsverhalten / *Draping Behavior*
Dr. Miro Duhovic
Phone: +49 631 2017 363
Email: miro.duhovic@ivw.uni-kl.de

Rheologie / *Rheology*
Dipl.-Chem. Maurice Gilberg
Phone: +49 631 2017 348
Email: maurice.gilberg@ivw.uni-kl.de

Textil-Permeabilität / *Textile Permeability*
Dr.-Ing. David May
Phone: +49 631 2017 400
Email: david.may@ivw.uni-kl.de

Tribologie / *Tribology*
Dipl.-Chem. Andreas Gebhard
Phone: +49 631 2017 342
Email: andreas.gebhard@ivw.uni-kl.de

Chemische Analyse / *Chemical Analysis*
Dr.-Ing. Liudmyla Gryshchuk
Phone: +49 631 2017 282
Email: liudmyla.gryshchuk@ivw.uni-kl.de

Oberflächen & Grenzflächen / *Surfaces & Interfaces*
Dr. Barbara Güttler
Phone: +49 631 2017 462
Email: barbara.guettler@ivw.uni-kl.de

Tapequalität QITT / *Tape Quality QITT*
Dr.-Ing. Jens Schlimbach
Phone: +49 631 2017 312
Email: jens.schlimbach@ivw.uni-kl.de

Thermo-Mechanische Eigenschaften / *Thermo-Mechanical Properties*
Dr.-Ing. Bernd Wetzel
Phone: +49 631 2017 119
Email: bernd.wetzel@ivw.uni-kl.de

Mechanische Eigenschaften / *Mechanical Properties*
Dr.-Ing. Sebastian Schmeer
Phone: +49 631 2017 322
Email: sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de

Röntgentomographie / *X-Ray Tomography*
Dr. rer. nat. Martin Gurka
Phone: +49 631 2017 369
Email: martin.gurka@ivw.uni-kl.de

Thermische Analyse / *Thermal Analysis*
Dr. Lubov Bendler
Phone: +49 631 2017 343
Email: lubov.bendler@ivw.uni-kl.de

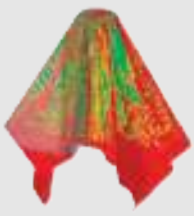
Zerstörungsfreie Prüfung / *Non-Destructive Testing*
Dr. rer. nat. Martin Gurka
Phone: +49 631 2017 369
Email: martin.gurka@ivw.uni-kl.de

Bauteileigenschaften
Component Properties

Bauteilprüfung / *Component Testing*
Dr.-Ing. Nicole Motsch-Eichmann
Phone: +49 631 2017 423
Email: nicole.motsch@ivw.uni-kl.de

Ermüdung / *Fatigue*
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hausmann
Phone: +49 631 2017 301
Email: joachim.hausmann@ivw.uni-kl.de

Crash & Energieabsorption / *Crash & Energy Absorption*
Dr.-Ing. Sebastian Schmeer
Phone: +49 631 2017 322
Email: sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de



2020

MÄRZ

Nachwuchsgruppe „TopComposite“
Junior Research Group “TopComposite“

Im März startete am IVW die interdisziplinäre Nachwuchsgruppe „TopComposite - Topologieoptimierte und ressourceneffiziente Composites für Mobilität und Transport“. Die von Dr.-Ing. David May geleitete Gruppe wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert, nachdem er sich als einer von bundesweit nur sieben Nachwuchswissenschaftlern in der 2018 ausgeschriebenen Runde des Nachwuchswettbewerbs „NanoMatFutur“ durchsetzen konnte. Im Projekt TopComposite wird über einen Förderzeitraum von fünf Jahren ein interdisziplinäres Team mit Mitgliedern aus den Fachrichtungen Verfahrenstechnik, Chemie, Materialwissenschaften, Konstruktion und Wirtschaftswissenschaften zusammenarbeiten. Ziel ist es, den neuen Faser-Kunststoff-Verbund (FKV) „TopComposite“ zu entwickeln und dabei Bauweisen, Prozesse und Materialien optimal auf einander abzustimmen. Der „TopComposite“ ist das Ergebnis eines neuartigen Herstellverfahrens, speziell adaptierter Matrixsysteme und einer für die verfahrens- und materialtechnischen Möglichkeiten maßgeschneiderten Bauweise. Das neue Herstellungsverfahren erlaubt die kontinuierliche Förderung von Faserbündeln, die direkt während des Prozesses mit einem duroplastischen Harzsystem imprägniert werden. Damit kann eine topologieoptimierte, additive Ablage kontinuierlicher Faserbündel erfolgen. Die Fasern können sowohl in geraden als auch in kurvigen Pfaden abgelegt werden. Sogar eine Ablage in Schlaufen ist durch dieses Herstellungsverfahren möglich. Dies erlaubt eine lastpfadgerechte Faserpositionierung, sodass die Fasern nur dort eingebracht werden, wo sie zur Verstärkung wirklich benötigt werden. Dadurch soll eine Minimierung des Materialeinsatzes erfolgen und gleichzeitig eine quasi-abfallfreie Fertigung von FKV Bauteilen ermöglicht werden.

In March, the interdisciplinary junior research group “TopComposite - Topology-Optimized and Resource-Efficient Composites for Mobility and Transport” started at IVW. The group, headed by Dr.-Ing. David May, is funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF), after Dr. May was one of only seven young scientists in Germany to win the 2018 round of the “NanoMatFutur” competition for young scientists. In the TopComposite project, an interdisciplinary team with members from the fields of process engineering, chemistry, materials science, design and economics will work together over a funding period of five years. The aim is to develop the new fiber-reinforced polymer composite (FRP) “TopComposite” and to optimally coordinate construction methods, processes and materials. “TopComposite” is the result of a novel manufacturing process, specially adapted matrix systems and a construction method tailored to the process and material technology possibilities. The new manufacturing process allows the continuous conveying of fiber bundles which are impregnated with a thermosetting resin system directly during the process. This allows topology-optimized, additive deposition of continuous fiber bundles. The fibers can be deposited in both straight and curved paths. Even deposition in loops is possible with this manufacturing process. This allows a load-path-compatible fiber positioning, so that the fibers are only placed where they are really needed for reinforcement. This is intended to minimize the use of material and at the same time enable a quasi-waste-free production of FRP components.

2020

APRIL

Neuer Leiter des Fachbereichs 2 des FNK des DIN
New Head of Department 2 of FNK at DIN

Das IVW forscht seit 30 Jahren auf dem Gebiet der Faserkunststoffverbunde und hat besonders in den letzten Jahren neben den Investitionen in die Fertigung auch in die Werkstoffanalyse und die Prüftechnik investiert. Die dadurch erarbeiteten Erfahrungen und Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Werkstoffcharakterisierung sollen durch die Mitarbeit in den weltweiten Normungsgremien einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Dadurch werden Anwendungshürden für diese Werkstoffklasse gesenkt und die Entwicklung beispielsweise leistungsfähigerer oder ökoeffizienterer Produkte aus Faserkunststoff-verbunden in allen Industriebereichen ermöglicht. Das IVW engagiert sich deswegen seit April 2020 noch stärker im Normenausschuss Kunststoffe (FNK) des Deutschen Instituts für Normung (DIN). Dr. Sebastian Schmeer wurde zum Leiter des Fachbereichs 2 (Duroplast- und Thermoplast-Formmassen) des FNK ernannt. Er wurde zudem zum Mitglied des Beirats des FNK berufen. Der FNK ist in Deutschland zuständig für die Erarbeitung und Aktualisierung der für Kunststoffe betreffenden Normen und ist in fünf Fachbereiche gegliedert. Zudem vertritt er die deutschen Interessen auf europäischer (CEN, Europäisches Komitee für Normung) und internationaler (ISO, Internationale Organisation für Normung) Ebene. Im FNK sind über 600 Experten aus Wirtschaft und Forschung aktiv. Dr. Sebastian Schmeer ist auch weiterhin Obmann der DIN-Arbeitsausschüsse „Verstärkte Kunststoffe und härtbare Harze“ (NA 054-02-02 AA) im FNK sowie „Verbundwerkstoffe“ (NA 131-02-01 AA) im DIN-Normenausschuss „Luftfahrt“. In dieser Funktion ist er seit vielen Jahren Mitglied der deutschen Delegation zu den internationalen Standardisierungsmeetings des Technical Committees „Plastics“ (TC61) auf ISO Ebene.

IVW has been researching in the field of fiber-reinforced plastic composites for 30 years and, especially in recent years, has invested not only in production but also in material analysis and testing technology. The gained experience and new developments in the field of material characterization are to be made accessible to a broad public through activitites in the international standardization committees. This will decrease application hurdles for this class of materials and enable the development of, for example, more efficient or eco-efficient products made of fiber plastic composites in all industrial sectors. Therefore, IVW has been even more involved in the Plastics Standards Committee (FNK) of the German Institute for Standardization (DIN) since April 2020. Dr. Sebastian Schmeer was appointed Head of Department 2 (thermosetting and thermoplastic materials). He was also appointed to the advisory board of FNK. In Germany, FNK is responsible for developing and updating standards relating to plastics and is divided into five departments. It also represents German interests at European (CEN, European Committee for Standardization) and international (ISO, International Organization for Standardization) level. Over 600 experts from industry and research are active within the FNK. Dr. Sebastian Schmeer remains chairman of the DIN working committees “Reinforced plastics and thermosetting materials (NA 054-02-02 AA) in the FNK as well as “Composite Materials” (NA 131-02-01 AA) in the DIN standards committee “Aerospace”. In this function he has been a member of the German delegation to the international standardization meetings of the Technical Committee “Plastics” (TC61) at ISO level for many years.

2020

SEBTEMBER

In den Top 100 – Professor Dr.-Ing. Dr. h.c. Klaus Friedrich

In the Top 100 – Professor Dr.-Ing. Dr. h.c. Klaus Friedrich

Die Stanford-Ranking Liste (https://data.mendeley.com/datasets/btchxktzyw/2 ; siehe Table 6) für das Jahr 2020 (basierend auf Zitationen zwischen 1996 bis 2019) hat Herrn Professor Klaus Friedrich vom Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) an der Technischen Universität Kaiserslautern in einem internationalen Vergleich führender Wissenschaftler an Nr. 85 aufgeführt. Das Ranking kommt im Wesentlichen durch die vielzitierten Veröffentlichungen zustande. Friedrich weist hier 28.540 Zitationen seiner 574 erfassten Veröffentlichungen auf. Dies brachte ihn bei Google Scholar auf einen H-index von 91 (Stand 10.12.2020). Friedrich erreichte während seiner Zeit am IVW seit 1990 insgesamt 50 bewilligte DFG Forschungsanträge, betreute bisher 66 Dissertationen und fungierte als Gastgeber von mehr als 10 Alexander von Humboldt (AvH) Stipendiaten, 3 AvH Preisträgern und 2 DFG Mercator Gastprofessuren. Friedrich war bis 2006 Wissenschaftlich-Technischer Direktor für den Bereich Werkstoffwissenschaft am IVW. Seitdem verbrachte er Forschungsaufenthalte u.a. in Australien, der Schweiz und in Saudi-Arabien. Am IVW ist Professor Friedrich auch weiterhin hochaktiv, z.B. als Mitbetreuer von Doktorarbeiten und bei der Erstellung von Gutachten. Er ist Ombudsperson für gute wissenschaftliche Praxis am IVW und Mitglied in Editorial Boards u.a. bei Composite Science and Technology (IF 7,094), Tribology international (IF 4,271) und Journal of Materials Science (IF 3,553). Insgesamt 11 von ihm editierte Fachbücher sind international sehr beachtet, wobei sein letztes Buch mit dem Titel „Structure and Properties of Additive Manufactured Polymer Components“ (Elsevier Publ.) zusammen mit Dipl.-Ing. (FH) Rolf Walter vom IVW 2020 erschien.

The 2020 Stanford-Ranking List (https://data.mendeley.com/datasets/btchxktzyw/2 ; see Table 6) (based on citations between 1996 to 2019) ranked Professor Klaus Friedrich of Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) at Technical University of Kaiserslautern in an international comparison of leading scientists in materials on position 85. This ranking is mainly a result of highly cited publications. Friedrich has more than 28,540 citations based on 574 of his list of publications. This brought him at Google Scholar on an H-index of 91 (date December 10, 2020). During his time at IVW since 1990, he generated a total of 50 accepted research projects from the German Research Foundation (DFG), supervised up to now 66 dissertations and acted as a host of more than 10 Alexander von Humboldt (AvH) research fellows, 3 AvH award winners and 2 DFG mercator guest professors. Friedrich was Research Director for the area Materials Science at IVW until 2006. Since then he spent various research stays, e.g. in Australia, Switzerland and Saudi-Arabia. Professor Friedrich is still highly active at IVW, e.g. as a co-advisor of doctoral dissertations as well as in evaluation of research proposals. He also is ombudsperson for good scientific practice at IVW and member of several editorial boards, e.g. Composite Science and Technology (IF 7,094), Tribology International (IF 4,271) and Journal of Materials Science (IF 3,553). 11 books edited by him are internationally well recognized, whereby his recent book, together with Dipl.-Ing. (FH) Rolf Walter, IVW, is titled “Structure and Properties of Additive Manufactured Polymer Components“ was published by Elsevier in 2020.

2020

NOVEMBER

EVOLIME gewinnt den Pioniergeist Sonderpreis 2020
EVOLIME wins the Pioneering Spirit Special Award 2020

Mit dem Gründerpreis „Pioniergeist: Ihr Konzept, unser Gründerpreis“ zeichnen die Investitions- und Strukturbank Rheinland-Pfalz (ISB), die Volksbanken Raiffeisenbanken in Rheinland-Pfalz und der Südwestrundfunk gemeinsam mit dem rheinlandpfälzischen Wirtschaftsministerium Gründende aus, die mit hervorragenden Geschäftskonzepten Vorbildcharakter haben. Die Verleihung fand in diesem Jahr per Livestream statt. Wirtschaftsstaatssekretärin Daniela Schmitt gratulierte den Preisträgern und hob die große Bedeutung von Gründungen für die rheinland-pfälzische Wirtschaft hervor: „Der Wirtschaftsstandort Rheinland-Pfalz ist geprägt von herausragenden Gründungsunternehmen, das unterstreicht auch der diesjährige Pioniergeist.“ Dr.-Ing. Marcel Bücker nahm den mit 5.000€ dotierten Sonderpreis für das IVW-Spin-Off EVOLIME GmbH entgegen, der herausragende Leistungen von Gründern und Gründerinnen bereits in einer frühen Entwicklungsphase ehren soll. Die Business Angels Rheinland-Pfalz e.V. verleihen diese Auszeichnung für die „Beste Gründungsidee“. In seiner Laudatio sagte der Vorsitzende der Business Angels, Klaus Wächter: „Das Rad ist über 5000 Jahre alt. Und diese Gründer haben tatsächlich das Rad neu erfunden“. Die Evolime GmbH ist aus einem EXIST-Forschungstransfer „CompoSpoke“ hervorgegangen, der von 2019 bis 2021 am Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) angesiedelt ist und vom BMWi und dem Europäischen Sozialfond gefördert wird. Die Auszeichnung unterstreicht erneut die Fähigkeit des IVW Forschungsergebnisse erfolgreich in die praktische Anwendungen zu bringen.

With the founder prize “Pioneering spirit: Your Concept, Our Founder Award”, the Investitions- und Strukturbank Rheinland-Pfalz (ISB), the Volksbanken Raiffeisenbanken in Rhineland-Palatinate and the Südwestrundfunk together with the Ministry of Economics of Rhineland-Palatinate honor founders who have set an example with outstanding business concepts. This year, the award ceremony took place via livestream. Secretary of State for Economic Affairs Daniela Schmitt congratulated the prize winners and emphasized the great importance of start-ups for the economy of Rhineland-Palatinate: “The business location Rhineland-Palatinate is characterized by outstanding start-up companies, this is also underlined by this year’s Pioneering Spirit Award”. Dr.-Ing. Marcel Bücker accepted the special prize endowed with 5.000€ for the IVW-Spin-Off EVOLIME GmbH, which is to honor outstanding achievements of founders and foundresses already in an early development phase. The Business Angels Rhineland-Palatinate e.V. award this prize for the “Best start-up idea”. In his laudatory speech, the chairman of the Business Angels, Klaus Wächter, said: “The wheel is over 5000 years old. And these founders have indeed reinvented the wheel”. Evolime GmbH emerged from an EXIST research transfer “CompoSpoke”, which is located at the Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW) from 2019 to 2021 and is funded by the BMWi and the European Social Fund. The award again underlines the ability of IVW to successfully transfer research results into practical applications.

2020

NOVEMBER

Betriebsstart der weltschnellsten Tape-Legeanlage am IVW
Start of operation of the world's fastest tape laying machine at IVW

Im Rahmen seines EFRE-Projektes „Technologiezentrum Thermoplastische Composites" (TTC) hat das IVW jetzt einen neuen Meilenstein erreicht: Auf einer Fläche von 3,5 m x 1,5 m können thermoplastische Tapes mit bis zu 4 m/s Ablegegeschwindigkeit und einem Materialdurchsatz von mehr als 100 kg/h abgelegt werden. Dabei können nicht nur Standard-Thermoplaste, sondern auch carbonfaserverstärkte Hochleistungsthermoplaste, wie sie beispielsweise in der Luft- und Raumfahrt benötigt werden, eingesetzt werden. Möglich wurde dieser Fortschritt durch die jahrelangen Entwicklungsarbeiten des Institutes. Zusammen mit seinen exzellenten Fähigkeiten zur Werkstoffanalytik sowie zur Bauteilentwicklung, also zur werkstoff- und fertigungsgerechten Konstruktion und Optimierung von Faserverbundbauteilen, bedeuten die neuen TTC-Einrichtungen auf dem Gebiet der thermoplastischen Hochleistungsverbundwerkstoffe den internationalen Spitzenplatz für das IVW in Kaiserslautern!

Within the scope of its ERDF project "Technology Center Thermoplastic Composites" (TTC), IVW has now reached a new milestone: On an area of 3.5 m x 1.5 m thermoplastic tapes can be manufactured with a depositing speed of up to 4 m/s and a material throughput of more than 100 kg/h. Not only standard thermoplastics, but also carbon fiber reinforced high-performance thermoplastics, such as those required in the aerospace industry, can be used. This progress has been made possible by years of R&D work at the institute. Together with its excellent capabilities in material analysis and component development, i.e. the design and optimization of fiber composite components in line with material and production requirements, the new TTC facilities in the field of high-performance thermoplastic composites represent the international top position for IVW in Kaiserslautern!

2020

DEZEMBER

Neue Mitglieder in Fachzeitschriftengremien
New Members of Scientific Journal Boards

Dr. Martin Gurka wurde im November zum Mitglied des Journal Topic Boards von „C Journal of Carbon Research", einer Zeitschrift des Verlags MDPI, Basel, ernannt. Dr. David May wurde zum Mitglied des Journal Topic Boards von „Journal of Composites Science", einer

Dr. Martin Gurka was appointed in november as a member of the Journal Topic Board of " Journal of Carbon Research", a journal published by MDPI, Basel. Dr. David May was appointed as a member of the Journal Topic Board of "Journal of Composites Science", a journal published by MDPI, Basel,

Zeitschrift des Verlags MDPI, Basel, ernannt. Seit Mai 2020 ist er zudem Mitglied des Journal Editorial Advisory Boards von „ Science and Engineering in Composite Materials ", einer Zeitschrift des Verlags DeGruyter, Berlin.

Switzerland. Since May 2020, he has also been a member of the Journal Editorial Advisory Board of "Science and Engineering in Composite Materials", a journal published by DeGruyter, Berlin.

2020

DEZEMBER

Gleichstellungspreisträger 2020: Dr.-Ing. David May

Equality Award Winner 2020: Dr.-Ing. David May

Dr.-Ing. David May hat vielfältige Projekte angestoßen und Aufgaben übernommen, welche ideal die Hauptthemen des IVW-Gleichstellungsplans aufgreifen. Seine Tätigkeit als Vorstandsmitglied des TU-Nachwuchsrings trägt maßgeblich zur Nachwuchsförderung in der Wissenschaft bei. Weiterhin hat er die selbstorganisierte Doktorandengemeinschaft und die Klausurtagungen der Promovierenden in der Abteilung Verarbeitungstechnik mitinitiiert und wesentliche Beiträge im neuen Strategiekreis Personalbeschaffung geleistet. Seine Tätigkeit als Kompetenzfeldleiter sowie die Realisierung einer eigenen Nachwuchsforschungsgruppe unter Einbeziehung weiblicher Mitarbeitenden sind Aushängeschilder für gelebte Nachwuchsförderung in der Wissenschaft. Durch Videoclips hat der den jungen Männern und Frauen dieser Gruppe ein Gesicht gegeben. In seinem direkten Umfeld setzt er sich aktiv für eine gute Vereinbarkeit von Familie und Beruf ein und motiviert seine Mitarbeitenden dazu, z.B. über die aktive Förderung der Mobilarbeit. Er ist ein Vorbild für die Vereinbarkeit von Elternzeit und Führungsaufgaben, insbesondere für die (werdenden) Väter am IVW.

Herzlichen Glückwunsch zum Gleichstellungspreis!

Dr.-Ing. David May has initiated a variety of projects and taken on tasks that ideally address the main topics of the IVW Equality Plan. His activities as a member of the board of the TU-Nachwuchsring make a significant contribution to the promotion of young scientists. Furthermore, he co-initiated the self-organized doctoral student community and the retreats of the doctoral students in the department of Manufacturing Science and made significant contributions in the new strategy circle recruitment. His activities as a competence field leader as well as the realization of his own junior research group with the inclusion of female employees are flagships for the promotion of young scientists in practice. Through video clips, he has given a face to the young men and women in his research group. In his immediate environment, he actively promotes a good work-life balance and motivates his employees to do so, e.g., by actively promoting mobile work. He is a role model for the compatibility of parental leave and management duties, especially for fathers(-to-be) at IVW.

Congratulations on the Equality Award!

Veröffentlichungen
Publications

- E. I. Akpan, B. Wetzel und K. Friedrich, „Process design for performance improvement in purely ecofriendly composites for structural applications", *Journal of Applied Polymer Science*, Jg. 137, Nr. 21, 2020, doi: 10.1002/app.48719
- A. Bajpai, B. Wetzel und K. Friedrich, „High strength epoxy system modified with soft block copolymer and stiff core-shell rubber nanoparticles: Morphology, mechanical properties, and fracture mechanisms", *Express Polymer Letters*, Jg. 14, Nr. 4, 2020, S. 384–399, 2020, doi: 10.3144/expresspolymlett.2020.32
- A. Bajpai, B. Wetzel, A. Klingler und K. Friedrich, „Mechanical properties and fracture behavior of high-performance epoxy nanocomposites modified with block polymer and core-shell rubber particles", *Journal of Applied Polymer Science*, Jg. 137, Nr. 11, 2020, doi: 10.1002/app.48471
- P. Bauer, Y. Becker, N. Motsch, Eichmann, K. Mehl, I. Müller, und J. Hausmann, „Hybrid thermoset-thermoplastic structures: An experimental investigation on the interface strength of continuous fiber-reinforced epoxy and short-fiber reinforced polyamide 6", *Composites Part C: Open Access,* Volume 3, November 2020, 100060, doi: 10.1016/j.jcomc.2020.100060
- A. Baumann, S. Backe und J. Hausmann, „Investigation of the fatigue behavior of thermoplastic composites by load increase tests", *Journal of Composite Materials*, September 2020, doi:10.1177/0021998320954524
- A. Baumann und J. Hausmann, "Compression fatigue testing setups for composites – A review", *Journal Advanced Engineering Materials*, online, 2020, doi: 10.1002/adem.202000646
- Y. N. Becker, N. Motsch-Eichmann und J. Hausmann, „Tailoring the implant stiffness by hybrid composite material design, *Composites in MedTech*, CU-Online-Forum, 24.–26. November 2020
- Y. N. Becker, N. Motsch-Eichmann, U. P. Breuer und J. Hausmann „Optimized design for hybrid structural thermoplastic composite part", *5th International Conference and Exhibition on Thermoplastic Composite Materials 2020, (ITHEC)*, 13.–15. Oktober 2020, online
- Y. N. Becker, N. Motsch-Eichmann, J. Hausmann und U. P. Breuer, „Hybrid composite pedicle screw – finite element modelling with parametric optimization", *Informatics in Medicine Unlocked*, Jg. 18, 2020, doi: 10.1016/j.imu.2020.100290
- Y. N. Becker und A. Nuhn, „Von der Topologieoptimierung zum hybriden Spritzgussbauteil – Konzept eines digitalen Zwillings & Neuartiges, hybrides Spritzgusskonzept", *CU-Thementag „Thermoplastische Composites – Ein Trend mit Tragweite?"*, 06. Februar 2020, Schwertberg, Österreich
- B. Bergmann und J. Schlimbach, „Novel Process for the Wet Filament Winding", *Sampe Europe Conference 20*, 30. September–01. Oktober 2020, Amsterdam, Niederlande
- B. Bergmann und J. Schlimbach, „SPEEDPREG-Entwicklung eines Wickelverfahrens auf Basis einer neuen Faserimprägnieranlage und Harzformulierung für hohe Wickelgeschwindigkeiten", *Composites for Europe 2020*, 12. November 2020, online
- U. Blass, T. Heydt und N. Motsch-Eichmann, „3DPrint2Fiber – Development of a hybrid process for the production of personalized and structurally optimized 3D-print orthoses on site", *Transferinitiative RLP Webinar Reihe Additive Fertigung*, 28. September 2020, online
- U. Blass und N. Motsch-Eichmann, „KOBU: Entwicklung von Ressourceneffizienten Buchenholz-Hybridträgern", *AVK Composites Report*, Volume 1, S. 23, 2020
- D. Finck, C. Seidel, A. Ostermeier, J. Hausmann und T. Rief, „Experimental investigation on the in-plane creep behavior of a carbon-fiber sheet molding compound at elevated temperature at different stress states", *Materials*, Jg. 13, Nr. 11, 2020, doi: 10.3390/ma13112545
- K. Friedrich, E. I. Akpan und B. Wetzel, „On the tribological properties of extremely different wood materials", *European Journal of Wood and Wood Products*, 2020
- K. Friedrich und R. Walter, *Structure and Properties of Additive Manufactured Polymer Components*, 1st Edition, Elsevier, Woodhead Publishing, 2020, ISBN: 9780128195352
- K. Fu, H. Wang, Y. X. Zhang, L. Ye, J. P. Escobedo, P. Y Hazell, K. Friedrich und S. Dai, „Rheological and energy absorption characteristics of a concentrated shear thickening fluid at various temperatures", *International Journal of Impact Engineering,* Volume 139, 2020, doi: 10.1016/j.ijimpeng.2020.103525
- A. Gebhard und B.-C. Jim, „Photo-optical luminance analysis of transfer films: Measurement principle, data analysis and result plotting", *Tribology International*, Volume 153, 2021, doi: 10.1016/j.triboint.2020.106626

- C. Goergen, D. Schommer, M. Duhovic und P. Mitschang, „Deep drawing of organic sheets made of hybrid recycled carbon and thermoplastic polyamide 6 staple fiber yarns", *Journal of Thermoplastic Composite Material*s, Volume 33 (6), 2020, S. 754–778
- F. Gortner, „Dichtereduktion in SMC-Halbzeugen durch den Einsatz von bio-basierten und nachwachsenden Rohstoffen", *CVC-News,* Ausgabe 02-19, S. 8–11
- F. Gortner, „OrganiQline setzt neue Maßstäbe", *CU-Report*, Ausgabe 2, 2020, S. 54–55
- F. Gortner und P. Mitschang, P. Ooms und K. Friedrich, „BioSMC – neue Leichtbaumöglichkeiten durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe", *CU-Thementag „Biocomposites – mit dem Fokus auf naturfaserverstärkte Kunststoffe"*, 05. November 2020, online
- T. G. Y. Gowda, M. R. Sanjay, J. Parameswaranpillai, S. Siengchin und K. Friedrich, *Tribology of Polymer Composites: Characterization, Properties and Applications,* Elsevier, 2020, S. 355–368, ISBN 978-0-12-819767-7
- K. Heilos, A. Große, J. E. Semar und F. Goethals, „Flammhemmende, nachhaltige Verbundwerkstoffe", *AVK Composites Report*, Volume 2, November 2020
- B. Kelkel, V. Popow und M. Gurka, "Inline quantification and localization of transverse matrix cracking in cross-ply CFRP during quasi-static tensile testing by a joint event-based evaluation of acoustic emission and passive IR thermography", *Composites Science and Technology*, Volume 190, 2020, doi: 10.1016/j.compscitech.2020.108013
- M. Kopietz, K. Friedrich und B. Wetzel, "In situ functionalisation of organomineral hybrid resins for tough basalt fibre reinforced plastics", *Plastics, Rubber and Composites*, S. 1–11, 2020, doi: 10.1080/14658011.2020.1840202
- T. Krooß und M. Gurka, "Thermo-mechanical stiffness and media resistance of endless carbon fiber composites with polyphenylene sulfide (PPS)/polyether sulfone (PES) blend matrices", *18th European Conference on Composite Materials,* (*ECCM18),* 2020, online, https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85084164076&partnerID=40&md5=8d16bfb23943dad012677e99c2e1049b
- D. May, C. Goergen und P. Mitschang, "Integration of rCF in resin transfer pressing process", *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 2020, doi: 10.1177/0731684420906879
- D. May, A. Faas, A. Klingler und B. Wetzel, „Projektvorstellung: rCF-Mobil", *MAI Carbon Projektforum*, 07 .–08. Oktober 2020, Augsburg, online
- D. May, „TopComposite – Topologieoptimierte und ressourceneffiziente Composites für Mobilität und Transport", *Netzwerktreffen der BMBF-Nachwuchsgruppenleiter*, 22.–23. September 2020, Berlin, online
- F. Mischo, C. Goergen, S. Schmeer und P. Mitschang, „Use of recycled carbon staple fibers in an advanced thermoforming process and analysis of its crash performance", *Advanced Manufacturing: Polymer & Composites Science*, Volume 6, S. 48–56, 2020, doi: 10.1080/20550340.2020.1739402
- J. Moll, M. Schmidt, J. Käsgen, J. Mehldau, M. Bücker und F. Haupt, „Detection of pin failure in carbon fiber composites using the electro-mechanical impedance method", *Sensors (Switzerland)*, 20(13), S. 1–10, 2020, doi: 10.3390/s20133732
- J. Moll, M. Schmidt, J. Käsgen, J. Mehldau, M. Bücker und F. Haupt, "Load and structural health monitoring of a scaled CFRP rudder stock using electro-mechanical impedance technique", *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*, Volume 11381, 2020, doi: 10.1117/12.2572816
- M. Muddassir, M. Duhovic und M. Gurka, „A comprehensive study of metal-coated short carbon fibers, graphite particles, and hybrid fillers for induction heating", *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, Volume 33, Nr. 3, S. 393–412, 2020, doi: 10.1177/0892705718806344
- S. Nissle und M. Gurka, "Characterization of the load transfer between fiber reinforced composites and shape memory alloys for active hybrid structures", *18th European Conference on Composite Material*s, (*ECCM18),* 2020, online, https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85084160995&partnerID=40&md5=85fe971b1a626e6bdab59b41dba6c8d6
- A. Nuhn und Y. Becker „Von der Topologieoptimierung zum hybriden Spritzgussbauteil – Konzept eines digitalen Zwillings & Neuartiges, hybrides Spritzgusskonzept", *CU-Thementag „Thermoplastische Composites – Ein Trend mit Tragweite?"*, 06. Februar 2020, Schwertberg, Österreich
- V. Popow und M. Gurka, „Full factorial analysis of the accuracy of automated quantification of hidden defects in an anisotropic carbon fibre reinforced composite shell

Veröffentlichungen
Publications

using pulse phase thermography", *NDT and E International*, Volume 116, 2020, doi: 10.1016/j.ndteint.2020.102359

- V. Popow und M. Gurka, „Moderne in-situ Überwachung für die mechanische Prüfung von CFK mittels Thermografie", *InfraTec GmbH – Thermografie-Anwenderkonferenz*, 1. Juli 2020
- S. M. Rangappa, S. Siengchin, J. Parameswaranpillai und K. Friedrich, *Tribology of Polymer Composites*, 1. Aufl. Elsevier, 2020, ISBN 978-0-12-819767-7
- T. Rief, N. Motsch-Eichmann und J. Hausmann, „Untersuchung von Komponenten für die Luftfahrt hergestellt mit strukturellen CFK-Kernen im modifizierten Co-Curing Verfahren", *Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress, DLRK,* 2020, 1.–3. September 2020, online
- M. Salmins und P. Mitschang, „Density Influence on the Formation of Skin Layers in Integral Sandwich Structures Based on Open Porous PESU Foams", *5th International Conference & Exhibition on Thermoplastic Composites Conference, (ITHEC),* online, 13.–15. Oktober 2020

○ A. L. Santos, R. Z. Nakazato, S. Schmeer und E. C. Botelho, „Influence of anodization of aluminum 2024 T3 for application in aluminum/Cf/ epoxy laminate", *Composites Part B: Engineering*, Jg. 184, 2020, doi: 10.1016/j.compositesb.2019.107718

- J. E. Semar, D. May, C. Goergen, und P. Mitschang, „Tiefziehfähige Textilien auf Basis von rCF-Stapelfasergarnen", *Composites United – Themenwoche Nachhaltigkeit*, 05. Mai 2020, Winterthur, Schweiz, online

○ X.-J. Shen, C. J. Dang, B.-L. Tang, X.-H. Yang, H.-J. Nie, J.-J. Lu, T.-T. Zhang und K. Friedrich, „The reinforcing effect of oriented graphene on the interlaminar shear strength of carbon fabric/epoxy composites", *Materials and Design*, Volume 185, 2020, doi: 10.1016/j.matdes.2019.108257

- R. Walter, R. Selzer, M. Gurka und K. Friedrich, „Effect of filament quality, structure, and processing parameters on the properties of fused filament fabricated short fiber-reinforced thermoplastics", *Structure and Properties of Additive Manufactured Polymer Components*, Elsevier, 2020, S. 253–302, doi: 10.1016/B978-0-12-819535-2.00009-0
- S. Weidmann und P. Mitschang, „Influence of Continuous Wave Surface Structuring and Zinc Coating on Bond Strength of Hybrid Joints Made of Steel and TP-FRPC, *„4th International Conference Hybrid Materials and Structures"*, 28.–29. April 2020, S. 210–220

○ A. X. H. Yong, A. Aktas, D. May, A. Endruweit, S. V. Lomov, S. Advani, P. Hubert, S. G. Abaimov, D. Abliz, I. Akhatov, M. A. Ali, S. Allaoui, T. Allen, D. C. Berg, S. Bickerton, B. Caglar, P. Causse, A. Chiminelli, S. Comas-Cardon, M. Danzi, J. Dittmann, C. Dransfeld, P. Ermanni, E. Fauster, A. George, J. Gillibert, Q. Govignon, R. Graupner, V. Grishaev, A. Guilloux, M. A. Kabachi, A. Keller, K. Kind, D. Large, M. Laspalas, O. V. Lebedev, M Lizaranzu, A. C. Long, C López, K. Masania, V. Michaud, P. Middendorf, P. Mitschang, S. van Oosterom, R. Schubnel, N. Sharp, P. Sousa, F. Trochu, R. Umer, J. Valette und J. H. Wanga, „Experimental characterisation of textile compaction response: a benchmark exercise", *Composites Part A*, 2020, doi: 10.1016/j.compositesa.2020.106243

○ referierte Zeitschriften / peer-reviewed journals

Poster Online – 30 Jahre IVW 2020

Poster Online – 30 Years IVW 2020

- S. Adler und B. Guettler, „Recycling of Carbon Fiber Composites – Accompanying Analytical Methods for Quality Control"
- S. Becker, P. Mang und P. Mitschang, „Process Optimization of Continuous Induction Welding Process"
- Y. N. Becker, N. Motsch-Eichmann, J. Hausmann und U. P. Breuer, „HySpine – Hybrid Composite Spinal Implant"
- U. Blass, T. Heydt, N. Motsch-Eichmann und J. Hausmann, „3DPrint2Fiber – Fiber Reinforced Ankle Foot Orthosis"
- B. Bergmann, P. Päßler und J. Schlimbach, „Speedpreg – High Speed Winding Process"
- M. Bücker, T. Robbert, V. Hörtdörfer und F. Belyea, „COMPOSPOKE – Innovative Production of FRP Wheels"
- M. Duhovic, D. Schommer, S. Cassola und J. Hausmann, „Process Simulation – Overview and Project Examples of the Five Key Topics"
- A. Gebhard, „Data Modelling, Information Management and Workflow Digitalization in Tribology Laboratories"
- F. Gortner, M. Päßler und P. Mitschang, „Sustainable Sheet Molding Compounds (SMC)"
- L. Gryshchuk und M. Gilberg, „Sustainable Bio-Based Foams and Composites"
- T. Heydt, T. Schmidt, N. Motsch-Eichmann und D. May, „FlexiFrame – Highly Flexible Hybrid Composite Rear End for Individual Mountain Bike Frames"
- B.-C. Jim und A. Gebhard, „Photo-Optical In-Situ Quantification of Transfer Films"
- M. Kaiser und M. Gurka, „Adaptive Structures for Aircraft Technology"
- A. Klingler und B. Wetzel, „From Brittle to Tough – Nano Phase Toughened Composites"
- A. Krämer, S. Giehl und P. Mitschang, „AIRPOXY – Semi-Finished Products of Vitrimer Based FRPC"
- F. Kühn, T. Schmidt, D. May und P. Mitschang, „Flexible Production of High-Performance Thermoplastic Composites Based on Powder-Impregnated Tapes"
- K. Mehl, S. Schmeer und J. Hausmann, „Structural Optimization of Locally Continuous Fiber-Reinforcements for Short Fiber-Reinforced Plastics", *Hybrid Materials and Structures 2020*, 28.–29. April 2020, online
- A. Nuhn, Y. Becker, T. Rief, B. Bergmann, J. Schlimbach und N. Motsch-Eichmann, „Fiber Skeleton in the Injection Molding Process"
- V. Popow und M. Gurka, „Non-Destructive Testing of Polymer Composites with Infrared Thermography Methods"
- T. Rief, F. Rieger, H. Franz, V. Disandt, W. Gölzer, D. May, N. Motsch-Eichmann und J. Hausmann, „Next.Move – Structural FRP Cores for Aviation Appliction"
- M. Salmins und P. Mitschang „Density Influence on the Formation of Skin Layers in Integral Sandwich Structures Based on Open Porous PESU Foams", *5th International Conference & Exhibition on Thermoplastic Composites Conference (ITHEC)*, 13.–15. Oktober 2020, online
- M. Salmins und P. Mitschang, „Thermoplastic Foam Structure for Semi-Structural Components"
- T. Schmidt, O. Rimmel und D. May, „Digitized Design of Textiles and Permeability Measurement allows Time- and Cost Efficient Material Selection"
- J. E. Semar, D. May, K. Heilos, A. Große, F. Goethals und P. Mitschang, „ Flame Retardant Sustainable Composites for Transport and Buildings"
- J. Vogtmann, H. Giertzsch und B. Guettler, „Investigation of Composite Structures via X-ray Microscopy"
- T. Rief, F. Rieger, H. Franz, V. Disandt, W. Gölzer, D. May, N. Motsch-Eichmann und J. Hausmann, „Next Move – Structural FRP Cores for Aviation Applications"
- D. Schommer, M. Duhovic, J. Hausmann, H. Andrae und K. Steiner, „User-defined Material Model for Sheet Molding Compounds"
- J. Weber und J. Schlimbach, „Hybrid Processing of Stamp-Forming and Co-Consolidation"
- S. Weidmann, S. Becker, A. Krämer, P. Mang und P. Mitschang, „AIRPOXY – Thermoforming and Welding of 3R-Vitrimer Based FRPC"
- B. Willenbacher, D. May, H. Franz und P. Mitschang, „Novel Experimental Approach for a Robust Determination of Out-of-Plane Permeability of Engineering Textiles"

Promotionen
Doctorates

16.01.2020
Dipl.-Ing. Matthias Domm
„Additive Fertigung kontinuierlich faserverstärkter Thermoplaste mittels 3D-Extrusion“

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. M. Ruskowski

Berichter:
Prof. Dr.-Ing. F. Henning
Fraunhofer ICT / Karlsruher Institut für Technologie KIT
Prof. Dr.-Ing. P. Mitschang

14.02.2020
M.Sc. Tobias Donhauser
„Beitrag zur Auslegung hochbeanspruchter Bauteile aus Faser-Thermoplast-Verbunden“

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. U. P. Breuer

Berichter:
Prof. Dr.-Ing. H. Schürmann
Technische Universität Darmstadt
Prof. Dr.-Ing. J. Hausmann

06.04.2020
Dipl.-Ing. Oliver Rimmel
„Grundlagen der Imprägnierung von Dry Fiber Placement Preforms“

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. P. Geiß
Technische Universität Kaiserslautern

Berichter:
Prof. Dr.-Ing. P. Middendorf
Universität Stuttgart (IFB)
Prof. Dr.-Ing. P. Mitschang

20.04.2020
Dipl.-Ing. Florian Kühn
„Sequenzielle Imprägnierung thermoplastischer Pulver-Towpregs“

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. U. P. Breuer

Berichter:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. R. Schledjewski
Montan Universität Leoben
Prof. Dr.-Ing. P. Mitschang

30.04.2020
M.Sc. Dipl.-Ing. Christian Goergen
„Quasiplastisches Verformungsverhalten von Organoblechen aus recycelten Kohlenstoff-Stapelfasergarnen“

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. E. Kerscher
Technische Universität Kaiserslautern

Berichter:
Prof. Dr.-Ing. G. Gresser
Universität Stuttgart / DITF
Prof. Dr.-Ing. P. Mitschang

25.08.2020
Dipl.-Ing. Yves Becker
„Development and investigation of a thermoplastic composite spinal implant under consideration of the interface between short and endless fibre reinforcement“

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. J. Hausmann

Berichter:
Prof. Dr.-Ing. T. Beck
Technische Universität Kaiserslautern
Prof. Dr.-Ing. U. P. Breuer

19.10.2020
Dipl.-Ing. David Finck (extern)
„In-plane- und out-of-plane-Kriechen von Sheet-Molding-Compounds bei erhöhter Temperatur“

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. T. Beck
Technische Universität Kaiserslautern

Berichter:
Prof. Dr.-Ing. habil. K. Weidenmann
Universität Augsburg
Prof. Dr.-Ing. J. Hausmann

23.10.2020
M.Sc. Vitali Romanenko (extern)
„Materialcharakterisierung und durchgängige 3D-Prozesssimulation für Kohlenstofffaserverstärktes Sheet Molding Compound“

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. P. Mitschang

Berichter:
Prof. Dr.-Ing. F. Henning
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Prof. Dr.-Ing. J. Hausmann

04.11.2020
Dipl.-Ing. Benjamin Kelkel
„On the influence of source depth and source-to-sensor distance on the acoustic emission signatures of damaging events in cross-ply carbon fiber reinforced plastics“

Vorsitzender:
Prof.-Dr.-Ing. J. Hausmann

Berichter
Prof. Dr.-Ing. T. Beck
Technische Universität Kaiserslautern
Prof. Dr. rer. nat. habil. Marc Kreutzbruck
Institut für Kunststofftechnik, Universität Stuttgart
Prof.-Dr.-Ing. U. P. Breuer

Gastwissenschaftler
Guest Scientists

Prof. Dr. Dr. h.c. Jan Kristian Krüger
Universität des Saarlandes, Deutschland
seit 01. Oktober 2019
(gefördert durch die Universität des Saarlandes)

Ryosuke Tanaka
Kanazawa University, Japan
13. Januar–01. Februar 2020

Interne Kolloquien
Internal Colloquia

13.01.2020
Vitalij Popow:
Passive und aktive Infrarot-Thermografie am Institut für Verbundwerkstoffe

Thomas Rief:
Übertragbarkeit parametrischer Kohäsivzonenmodellierung von Coupon-Prüfungen auf Bauteile aus Faser-Kunststoff-Verbunden

04.05.2020
Julia Vogtmann:
Funktionale intrinsische Hybridverbunde durch geeignete Kraftübertragungsmechanismen

Torsten Heydt:
AbsorpAdhesive – Simulationsmethodik zur Charakterisierung des Dämpfungsverhaltens geklebter verstärkter Kunststoff-Verbindungen unter dynamischer Beanspruchung

08.06.2020
Alexander Huf:
Materialmodell für endlosfaserverstärkte Thermoplaste in optimierten Crashstrukturen

Marc Fickert:
ZIM R4PP – Projektvorstellung und Statusbericht

06.07.2020
Stefan Weidmann:
AIRPOXY – Thermoformen faserverstärkter 3R-Vitrimere

Bai-Cheng Jim:
Material composition assessment using transfer film luminance analysis

20.07.2020
Max Kaiser:
Shape memory alloy actuated shape morphing surfaces

Andreas Klingler:
Influence of a block copolymer modified thermoset on the damage resistance of carbon fiber reinforced composites

17.08.2020
Stephan Becker:
Untersuchung der induktiven Erwärmung von gewebeverstärkten CFK-Organoblechen

07.09.2020
Emmanuel Akpan:
Basaltfaserlamellen für die statische Gebäudesanierung

Konstantin Mehl:
Beitrag zur Strukturoptimierung endlosfaserverstärkter Stützstrukturen

05.10.2020
Jan Eric Semar:
Integration von Elastomerschichten in FKV mittels RTM Verfahren

Andreas Baumann:
Mediendichte metallische Durchführungen in FKV – Probenherstellung und Prüfung

19.10.2020
Esha:
Materialkennwerte

Christian Becker:
KOBU – rCF Verstärkung von Buchenholz niedriger Qualität zum strukturellen Einsatz im Hochbau

02.11.2020
Alexander Nuhn:
Hybrides Spritzgießen von Faser-Kunststoff-Verbunden

Benedikt Bergmann:
Speedpreg – High Speed Wet Filament Winding

07.12.2020
Julian Weber:
Thermoplastische Integralspante im Direktumformverfahren

Andreas Krämer:
Flat laminate manufacturing of 3R resin vitrimer composites

Internationale Kooperationen
International Cooperations

- University of Sydney, Center of Advanced Materials Technology, Australien
- Katholieke Universiteit Leuven, Belgien
- Royal Military Academy, Brüssel, Belgien
- Technisch en Wetenschappelijk Centrum voor de Belgische Textielnijverheid, Zwijnaarde, Belgien
- UCL, Université Catholique de Louvain, Ottignies-Louvain-la-Neuve, Belgien
- FAPESP, Sao Paulo, Brasilien
- Universidade de São Paulo, Brasilien
- Chinese University of Hong Kong, China
- Donghua University, Shanghai, China
- Hong Kong University of Science and Technology, China
- Lanzhou Institute of Chemical Physics (LICP), Chinese Academy of Sciences, China
- Materials Science Institute, Sun Yat-sen University, Guangzhou, China
- National Center for Nanoscience and Technology, Beijing, China
- Zhongshan University, Guangzhou, China
- Technical University of Denmark, RISO DTU, Roskilde, Dänemark
- Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Espoo, Finnland
- University of Technology, Helsinki, Finnland
- Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Frankreich
- CPPM – Centre de Physique des Particules de Marseille, Frankreich
- École Centrale de Nantes, Frankreich
- Ecole Nationale Superieure des Arts et Industries Textiles, Roubaix, Frankreich
- Institut Nationale des Sciences Appliquées de Lyon (INSA), Frankreich
- Institut Nationale des Sciences Appliquées de Rouen (INSA), Frankreich
- LAPP – Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de Physique des Particules, Frankreich
- SLCA – Société Lorraine de Construction Aeronautique, Florange, Frankreich
- Université Montpellier 2, Frankreich
- Université de Technologie de Troyes, Frankreich
- National Technical University of Athens, Griechenland
- University of the Aegean, Chios, Griechenland
- University of Patras, Rio Achaia, Griechenland
- CAM – The Chancellor, Masters and Scholars of the University Cambridge, Großbritannien
- College of Science Technology and Medicine, London, Großbritannien
- National Physical Laboratory, Teddington, Großbritannien
- QMUL – Queen Mary and Westfield College, University of London, Großbritannien
- University of Bristol, Großbritannien
- University of Glasgow, Großbritannien
- University of Sheffield, Großbritannien
- Central Leather Research Institute, Chennai, Indien
- Indian Institute of Technology, Centre for Industrial Tribology, Delhi, Indien
- Indian Institute of Technology Madras, Chennai, Indien
- Vel Tech Technical University, Chennai, Indien
- CTL, Composite Testing Lab Ltd., Galway, Irland
- NUI, National University of Ireland, Galway, Irland
- Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, Israel
- Centro Ricerche Fiat S.c.p.A., Turin, Italien
- Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Rom, Italien
- INFN – Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Rom, Italien
- Polytechnic of Milano, Italien
- University of Naples Federico II, Neapel, Italien
- University of Padova, Department of Management and Engineering, Vicenza, Italien
- University of Salento, Lecce, Italien
- Kyoto Institute of Technology, Japan
- Kyoto University, Department of Mechanical Engineering and Science, Japan
- Shonan Institute of Technology, Fujisawa, Japan
- Aerospace Manufacturing Technology Center, Montreal, Kanada

Internationale Kooperationen
International Cooperations

- Ecole Polytechnique at University of Montreal, Kanada
- McGill University, Montreal, Kanada
- Korea Dyeing & Finishing Technology Institute, Seo-gu, Daegu, Korea
- Seoul National University, Korea
- Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST), Korea
- University of Split, Kroatien
- Latvijas Valsts Koksnes Kimijas Instituts, Riga, Lettland
- Universität Luxembourg, Luxemburg
- School of Materials and Mineral Resources Engineering, Penang, Malaysia
- The University of Auckland, Neuseeland
- Delft University of Technology, Niederlande
- Montanuniversität Leoben, Österreich
- CENTI – Centro De Nanotecnologia e Materiais Tecnicos Funcionaise e Inteligentes, Vila Nova de Famalicao, Portugal
- INEGI, Instituto de Engenharia Mecanica e Gestao Industrial, Matosinhos, Portugal
- Universidade do Minho, Portugal
- Institute of Strength Physics and Materials Science (ISPMS), Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russland
- University of Edinburgh, Schottland
- Lulea University of Technology (LTU), Department of Engineering Sciences and Mathematics, Schweden
- SWEREA SICOMP AB (Swedish Institute of Composites), Pitea, Schweden
- CERN, Genf, Schweiz
- Ècole Polytechnique Federal de Lausanne, Schweiz
- ETH Zürich, Schweiz
- Fachhochschule Aargau, Schweiz
- University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland, Windisch, Schweiz
- Nanyang Technological University (NTU), Singapur
- University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering, Slowenien
- AIMPLAS Instituto Technologico del Plastico, Valencia, Spanien
- Centro tecnológico LUREDERRA, Los Arcos, Spanien
- Cidetec (Research Alliance), San Sebastian, Spanien
- Escuela Politécnica Superior, Universidad de Jaén, Spanien
- FIDAMC – Fundacion para la Investigacion, Desarrollo y Aplicacion de Materiales Compuestos, Madrid, Spanien
- Fundació Ascamm Technology Centre, Cerdanyola del Vallès, Spanien
- Fundación CIDAUT, Valladolid, Spanien
- Fundación IMDEA Materials, Madrid, Spanien
- TECNALIA Research and Innovation, Derio-Bizkaia, Spanien
- Universidad de Alicante, Sant Vicent del Raspeig, Spanien
- Universidad de Barcelona, Spanien
- Universidade da Coruña, Spanien
- Universidad de Jaén, Spanien
- Universidad de Murcia, Spanien
- Universidad de Oviedo, Spanien
- Universidad de Sevilla, Spanien
- Universidad de Valencia, Spanien
- Universidad de Valladolid, Spanien
- Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Terrassa, Spanien
- KMUTNB – King Mongkut´s University of Technology North Bangkok, Thailand
- The Sirindhorn International Thai German Graduate School of Engineering (TGGS), Bangkok, Thailand
- KhAI – National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Ukraine
- Center for Composite Materials, University of Delaware, Newark, USA
- Pennsylvania State University, State College, USA
- 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
- Arbeitskreis „endlosfaserverstärkte Thermoplaste“ der AVK e.V.
- Bayerische Forschungsstiftung
- Beirat des DIN Normenausschusses „Kunststoffe“
- BMWi Expertengruppe Elektropower
- Bundesministerium für Bildung und Forschung, Projektträger Jülich
- Composites United e.V. – Arbeitsgruppen
  - Biocomposites
  - Smart Structures
  - Thermoplastische Composites
  - Bearbeitung
- CU West, Vorstand
- CVC Rheinland-Pfalz
- DAAD Deutscher Akademischer Austauschdienst
- Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V.
  – Fachausschuss „Faserkunststoffverbunde“
  – Fachausschuss „Zustandsüberwachung“
  – Fachausschuss „Structural Health Monitoring“
  – Fachausschuss „Akustische Emission“
- DGM e.V. – Fachausschuss „Hybride Werkstoffe und Strukturen“
- DIN-Fachbereich 2 „Duroplast- und Thermoplast-Formmassen“
- 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
- Fraunhofer Leistungszentrum Simulations- und Software-basierte Innovation, Kaiserslautern, Executive Board
- FVA – Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. PA Kunststoffe
- Gemeinschaftsausschuss Verbundwerkstoffe (GAV)
- Industrieausschuss Strukturberechnungsunterlagen (IASB) des Luftfahrttechnischen Handbuchs (LTH)
- ISO – Mitglied der deutschen Delegation zu ISO Technical Committee „Plastics“ TC61/SC13 „Composites and reinforced fibers“
- ISO Standardization Project (with David May) – Working Group 5 Leader: Process Simulation
- Kompetenznetz Adaptronik e.V.
- Kunststoffe in der Pfalz
- Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO)
- Östereichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG
- Stiftung Industrieforschung
- VDI Richtlinienausschuss 2014
- VDMA Arbeitsgemeinschaft Hybride Leichtbau Technologien
- VDI/VDE-GMA Fachausschuss „Smart Materials and Systems“

Telefonliste /
Telephone Directory

Vorwahl / Area Code Kaiserslautern: +49 631

Ackel, Christian	-2017-111	**Gebhard,** Andreas	-2017-342	**Natter,** Erhard	-2017-331
Adler, Sonja	-2017-239	**Giehl,** Stefan	-2017-424	**Neisius,** Tobias	-2017-306
Akpan, Emmanuel Isaac	-2017-347	**Giertzsch,** Hermann	-2017-208	**Nuhn,** Alexander	-2017-117
Andriß, Christian	-2017-293	**Gilberg,** Maurice	-2017-348	**Päßler,** Michael	-2017-106
Arrabiyeh, Peter	-2017-269	**Gölzer,** Werner	-2017-275	**Pfaff,** Thomas	-2017-116
Assahli, Karin	-2017-314	**Gortner,** Florian	-2017-439	**Pirro,** Claudius	-2017-147
Bastian, Sigrid	-2017-450	**Gryshchuk,** Liudmyla	-2017-282	**Plocharzik,** Heidrun	-2017-227
Baumann, Andreas	-2017-320	**Gurka,** Martin	-2017-369	**Popow,** Vitalij	-2017-243
Becker, Christian	-2017-206	**Güttler,** Barbara	-2017-462	**Rehra,** Jan	-2017-108
Becker, Stephan	-2017-446	**Hausmann,** Joachim	-2017-301	**Rief,** Thomas	-2017-415
Becker, Thorsten	-2017-283	**Hennes,** Sven	-2017-337	**Robbert,** Thomas	-2017-326
Belyea, Frank	-2017-351	**Hentzel,** Markus	-2017-205	**Ryl,** Ilona	-2017-499
Bendler, Lubov	-2017-343	**Heydt,** Torsten	-2017-209	**Salmins,** Maximilian	-2017-340
Bendler, Matthias	-2017-339	**Hochstätter,** Silvia	-2017-226	**Scheliga,** David	-2017-438
Bergmann, Benedikt	-2017-304	**Hörtdörfer,** Valentin	-2017-422	**Schimmele,** Ralf	-2017-294
Bittmann-Hennes, Birgit	-2017-427	**Huf,** Alexander	-2017-349	**Schimmer,** Florian	-2017-401
Blass, Ulrich	-2017-321	**Janzen,** Jan	-2017-461	**Schlimbach,** Jens	-2017-312
Blaurock, Jörg	-2017-426	**Kaiser,** Max	-2017-303	**Schmeer,** Sebastian	-2017-322
Bolzer, Lars	-2017-453	**Kenf,** Andreas	-2017-327	**Schmidt,** Stefan	-2017-274
Breuer, Ulf	-2017-101	**Kessler,** Valentine	-2017-124	**Schmidt,** Tim	-2017-469
Brogdon, Steven	-2017-324	**Klaus,** Daniela	-2017-346	**Schmidt,** Uwe	-2017-308
Brunner, Stefan	-2017-362	**Klemm,** Ina	-2017-202	**Schmitt,** Stefan	-2017-436
Bücker, Marcel	-2017-317	**Klingler,** Andreas	-2017-414	**Schmitt,** Uwe	-2017-135
Cassola, Stefano	-2017-268	**Köhler,** Robert	-2017-109	**Schneider,** Ralph	-2017-323
Disandt, Volker	-2017-490	**Köhne,** Regina	-2017-429	**Schommer,** Dominic	-2017-151
Dlugaj, Anna	-2017-292	**Kovalska,** Olena	-2017-325	**Schott,** Eric	-2017-261
Doll, Gabriele	-2017-310	**Krämer,** Andreas	-2017-441	**Schütz,** Thomas	-2017-137
Donhauser, Tobias	-2017-250	**Krummenacker,** Janna	-2017-367	**Semar,** Jan Eric	-2017-456
Duhovic, Miro	-2017-363	**Kunzler,** Manuel	-2017-318	**Spitz,** Alina	-2017-110
Eckrich, Maximilian	-2017-228	**Lahr,** Robert	-2017-448	**Stephan,** Joachim	-2017-241
Eichert, Pia	-2017-222	**Lind,** Meike	-2017-114	**Vogtmann,** Julia	-2017-381
Esha	-2017-139	**Mang,** Peter	-2017-442	**Volk,** Petra	-2017-212
Faas, Alexander	-2017-434	**Mann,** Holger	-2017-154	**Walter,** Rolf	-2017-215
Feiden, Nora	-2017-249	**May,** David	-2017-400	**Weber,** Harald	-2017-113
Feldner, Hans-Peter	-2017-244	**McCauley,** Ariane	-2017-102	**Weber,** Julian	-2017-437
Fickert, Marc	-2017-285	**Mehl,** Konstantin	-2017-140	**Weick,** Torsten	-2017-128
Fischer, Silke	-2017-302	**Mischo,** Florian	-2017-407	**Weidmann,** Stefan	-2017-383
Fols, Sylke	-2017-211	**Mitschang,** Peter	-2017-103	**Wetzel,** Bernd	-2017-119
Franz, Holger	-2017-410	**Motsch-Eichmann,** Nicole	-2017-423	**Wilkens,** Gerhard	-2017-307
Gabriel, Stefan	-2017-305	**Nagaraj,** Vinay	-2017-138	**Willenbacher,** Björn	-2017-432
				Yagdjian, Harutyun	-2017-449

Jahresbericht 2020

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern
Tel: +49 (0)631 2017-0
www.ivw.uni-kl.de

2020